This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

600038102K

1964 e. 93

Das

Elektrische System

der

Körper.

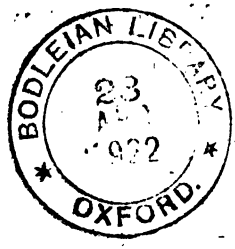
Ein Versuch

von

J. W. Ritter.

Leipzig,
bey C. H. Reclam.
1805.

D.


BODLEIAN LIBRARY
23
922
OXFORD.

Seinem Freunde

C. S. Weiſs.

1 Corinther XIII, 9. 10.

Das
Electrische System
der
Körper.

Erster Abschnitt.

Vorbereitung.

Unter allen Versuchen, welche von Fabroni *a*), Ash *b*), von Humboldt *c*), mir *d*), von Arnim *e*), Desormes *f*), Reinhold *g*), Wollaston *h*), Jaeger *i*), Bostock *k*), Wil-

a) S. Gilbert's Annalen der Physik, B. IV. S. 428.

b) S. von Humboldt's Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser u. s. w. Posen und Berlin 1797. 8. B. I. S. 472.

c) S. daselbst, B. I. S. 474.

d) S. Gilbert's Annalen, B. II. S. 81 — 85., und meine Beyträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus u. s. w. B. I. St. 2. S. 245 — 261.

e) S. Gilbert's Annalen, B. V. S. 52.

f) S. daselbst, B. IX. S. 21 — 23.

g) S. daselbst, B. X. S. 301.

h) S. daselbst, B. XI. S. 105. u. f.

i) S. daselbst, B. XI. S. 288. 299. u. f.

k) S. daselbst, B. XII. S. 481 — 485.

son *l*), Treviranus *m*), Gautherot *n*), Boissier *o*), Lagrave *p*), und anderen, über die chemische Wirksamkeit der einfachen Galvanischen Kette und ihrer Aequivalente, bisher sind angestellt worden, zeichnen sich die Wollaston'schen *q*), nachher von Pittaro und Aldini *r*) und noch mehr von Izarn *s*) in der Art ihrer Anstellung verbesserten, durch den ausserordentlichen Grad von Stärke der Wirkung, und die Nettigkeit des Phänomens überhaupt, vor allen aus.

Wollaston wie Aldini schreiben zu ihren Versuchen, wo man verschiedene Metalle unter Säure in Berührung bringt, diese noch immer sehr verdünnt vor, und bey Schwefel- u. Salpetersäure ist dies auch bis auf einen gewissen Grad durchaus nöthig. Operirt man hingegen mit Salzsäure, so

---

l) S. daselbst, B. XIV. S. 238. 239.

m) S. Nordisches Archiv für Natur- und Arzneywissenschaft, von Pfaff und Schrel, B. I. S. 260 — 262.

n) S. Reinhold's Geschichte des Galvanismus nach Sue d. ä., Abth. II. S. 292. 293.

o) S. *Journal de Physique par* Delametherie, T. LII. p. 452.

p) S. daselbst, Prairial XI. p. 141. 142. und Thermidor XI. p. 473.

q) S. Gilbert's Annalen, a. a. O.

r) S. dessen *Essai theorique et expérimentale sur le Galvanisme.* Paris. An. XII. — 1804. 8. T. I. p. 319 — 321., und Pl. VI. Fig. 6.

s) S. dessen *Manuel du Galvanisme.* Paris. An. XII. — 1804. 8. p. 139 — 141., und Pl. IV. Fig. 69. (Vergl. auch schon Wollaston daselbst, p. 137 — 138., und Pl. IV. Fig. 66. 67.)

kann man sie, und selbst zum grossen Vortheil des Versuchs, im selbigen Grade der Concentration anwenden, in dem man sie, als Spiritus Salis communis und fumans, in den Officinen antrifft.

Es ist in der That für den, der ihn noch nicht gesehen hat, ein äusserst überraschender Versuch, auf den Boden eines Glases mit mehreren Unzen solcher Salzsäure, etwa einen Doppellouisd'or zu thun, und dann eine Zinkstange durch die Salzsäure dem Golde nahe, und endlich mit ihm in Berührung zu bringen. So lange Zink und Gold sich noch nicht berühren, bleibt letzteres ganz ruhig, und ersteres bloss giebt während seiner beginnenden Auflösung dieselbe Menge Hydrogengas, die es auch ohne die Gegenwart jenes Goldes in dieser Säure gegeben haben würde. Sobald man aber beyde mit einander in Berührung bringt, erhebt sich nun auch vom Golde, ohne dass es dabey im mindesten angegriffen würde, ein ungeheurer Strom von Hydrogengas in grossen Blasen. Man hat von diesem Golde eine Gasentbindung; wie man sie bey keiner Säule selbst von 1000 und 2000 Lagen, wenn sie auf die gewöhnliche Art mit Kochsalzauflösung, oder auch der bessern Mischung aus dieser, Lacmusdecoct und Galle, gebauet ist, an irgend einem Drathe sehen wird. Bloss die Gasentbindung einer Säule von 2000 Lagen, die mit concentrirter kalter Salmiackauflösung gebauet ist, welche aber auch das höchste ist, was mir von chemischer Wirkung beym Galvanismus bis jetzt vorgekommen ist, übertrifft sie in den ersten Zeiten der Wirksamkeit dieser Säule.

Im Augenblick, als man die Berührung der beyden Metalle wieder aufhebt, schweigt auch sogleich jene Gasentbindung total.

Platina statt Gold, giebt noch heftigere Wirkung, nur dass ich diese nicht in so grossen Massen anwenden konnte.

Silber, Kupfer, Stanniol geben schwächere, immer aber noch sehr starke Wirkung *).

Lässt man, wie ALDINI, die Kette ohne Zwischenraum in eine mit Zwischenraum **) auf, d. i. verbindet man z. B. Zink und Gold oder Platina ausser der Säure zu einem Winkel, dessen Schenkel man, einen nach dem andern, in die Säure eintaucht, so ist die Wirkung gleichfalls schwächer, als

---

*) In allen diesen Versuchen zeigte der Zink, nach der Berührung mit dem andern, bloss Hydrogen gebenden Metall, merklich keine stärkere, auch keine schwächere Gasentbindung, als zuvor, wohl aber nimmt seine Auflösung in der Säure zu, und ein Stück Zink mit Gold unter Säure in Berührung, ist weit eher aufgelöst, als für sich, ohne diese Berührung. Offenbar rührt dieses Mehr der Auflösung von der Oxydation, der Oxygenbildung her, die am Zink zufolge der geschlossenen Kette Statt hat, und der Antheil Hydrogen, der am Gold u. s. w. erscheint, ist derjenige, der jenem Oxygen, was Folge der Kette ist, entspricht, und, wie es scheint, nicht mehr noch weniger. Das, was auch ohne Kette zu dem Oxygen gehört, welches den Zink oxydirt, bleibt am Zink.

**) Vergleiche meine Beytrage B. I. St. 2. §. 86. S. 249. 250.

sie in den vorigen Ketten ohne Zwischenraum gewesen seyn würde, welche Säure man auch nehme.

Man verdünne die Salzsäure so weit, dass Eisen binnen kurzer Zeit darinn, wenigstens nicht mit Gasentbindung, angegriffen wird. Mit zwey bis vier Mal Wasser wird dies ohngefähr der Fall seyn. Man fülle damit zwey Gläser, verbinde beyde durch einen Winkel von Zink und Gold, und dann beyde noch einmal durch einen grössern von Gold und Zink, so, dass im einen Glase wie im andern verschiedene Metalle sich gegenüber kommen. Man hat eine kleine Säule oder Batterie, ein Aequivalent von zwey Lagen, und die Action ist ohngefähr die doppelte von der bey bloss einem Winkel oder einer einfachen Kette.

Man kehre den kleinern Winkel von Zink und Gold um, so dass im einen Glase Gold und Gold, im andern Zink und Zink, in beyden also gleichartige Metalle, sich gegenüber sind, und im Augenblick schweigt alle Action. Bloss an den beyden Zinkstangen fährt die Oxydation und Gasentbindung fort, die auch ohne Kette an ihnen Statt gefunden haben würde.

Man ziehe den mittlern (kleinern) Winkel oder Bogen von Zink und Gold heraus, und hänge an seiner Stelle einen bloss aus Eisen bestehenden ein. Die Action beginnt, und ausser der Oxydation am Zink und dem Hydrogen am Gold, hat man am Eisen, dem Zink gegen über, Gasentbindung

ohne Oxydation, dem Golde gegenüber, Oxydation ohne Gasentbindung.

Hängt man, Statt des Eisens, einen gleichfalls homogenen Bogen von Silber oder Gold ein, so ist die Action geringer, und beym letztern gar fast Null *v*). Hängt man aber Zinn oder Zink ein, so ist sie weit stärker als beym Eisen, und beym Zink die allerstärkste; nur dass am homogenen Bogen, wegen der Wirkung, welche die Säure schon für sich auf ihn hat, die vorhin beschriebenen Polarphänomene nicht mehr so deutlich, oder nur allein da, sind.

Im Allgemeinen habe ich die sämmtlichen vorigen Phänomene, immer in der Ordnung getroffen, dass sie bey Salpetersäure stärker, als bey Schwefelsäure, bey Salzsäure aber am stärksten sind *w*).

Dass bey Salpetersäure, Statt des Hydrogens, sich überall Salpetergas entbinde, versteht sich von selbst.

In einer Auflösung von gereinigter Pottasche in gleich vielem Wasser geben Zink und Pla-

---

v) Auch Jacobi fand an einer Säule aus Gold und Zink von zwölf Lagen, in welchen jeder feuchte Leiter aus zwey Schichten, zwischen welchen ein am Rand ganz trocknes Goldstück lag, bestand, nicht die mindeste Spur von chemischer Polar-, noch einer Centralwirkung. S. Gilbert's Annalen, B. XIII. S. 432.

w) Die Phänomene nemlich; denn was den Werth der Action betrift, ist er auf jeden Fall bey Salpetersäure stärker, als bey Salz- und Schwefelsäure.

tina für sich, keines, etwas in der Zeit von einigen Minuten Bemerkliches. Bey ihrer Berührung unter der Auflösung aber, oxydirte sich der Zink, und die Platina besetzte sich über und über mit Gas, doch kam es hierbey zu keinem Strömen desselben.

Bringt man in mässig starke Salzsäure Stanniol, und berührt diesen mit Platina, so giebt der Stanniol kein Gas, sondern oxydirt sich bloss, die Platina aber giebt bloss Gas. Berührt man hingegen den Stanniol, Statt der Platina, mit Zink, so giebt der Stanniol Gas ohne Oxydation, welche sich jetzt vielmehr auf den Zink wirft, und zu der ohne Kette addirt.

Bringt man, unter Salzsäure, erst Stanniol und Platina in Berührung, und darauf den Stanniol dieser Verbindung noch mit Zink, so geben beyde (erstere) Gas, der Stanniol aber sehr wenig, und die Platina sehr viel. Verbindet man den Zink mit der Platina, so giebt sie ebenfalls viel, der Stanniol aber mehr wie vorhin. — Viele andere Versuche dieser Art sind für die Beschreibung zu weitläuftig, ihre Anstellung aber ist unterhaltend und lehrreich.

Verbindet man krystallisirtes Magnesiumoxyd (strahliges Graubraunsteinerz) mit Zink, unter Schwefel- oder Salzsäure, so giebt das Magnesiumoxyd, obgleich es Hydrogenpol ist, kein Gas, sondern verliert seinen Glanz, wird blind, und nimmt an Gewicht ab. Dieses Oxyd ohne Zink so lange in die Säure gebracht, erhält seinen

Glanz. Man sieht, das Hydrogen, was die Kette am Oxyd giebt, desoxydirt dasselbe zum Theil, und man wird überhaupt gewahr, wie Metalle, Kohle, Reissbley u. s. w., die man zu Mischungen aus Magnesiumoxyd und Säure setzt, Galvanischer Weise wirken.

Silber mit Gold oder Platina unter Salzsäure zusammengebracht, giebt keine bemerkliche Spur von Wirkung, unter Salpetersäure aber sogleich und sehr viel. Bley mit Platina, Eisen mit Platina, unter Salzsäure, gaben wenig, unter Salpetersäure aber mehr und viel. Versuche, auf deren Wichtigkeit ich in der Folge zurückkommen werde.

Eben so sonderbar fürs erste war, dass ein Amalgama aus zwey Theilen Quecksilber und einem Theil Zink, mit Platina, auch andern Metallen, und in Salzsäure, weit weniger Action gab, als Zink mit Platina, und doch steht jenes Amalgama in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse weit unter dem Zink, d. i. wird noch mit ihm sehr positiv, steht also weiter von Platina oder andern Metallen ab, als Zink. So verhielten sich auch andere an Positivität den Zink weit übertreffende Amalgame, wie z. B. aus zwey Theilen Quecksilber, einem Theil Zinn und einem Theil Zink, (Kienmayer'shes Amalgama), aus zwey Theilen Quecksilber, einem Theil Zink und einem Theil Bley, aus zwey Theilen Quecksilber, einem Theil Zinn und einem Theil Bley, und aus drey

Theilen Quecksilber, einem Theil Zink, einem Theil Zinn und einem Theil Bley. Ja sogar, als letzteres mit Zink unter derselben Säure zusammengebracht wurde, wurde bey der Berührung beyder die Oxydation und Gasentbindung, die auch ohne Kette bey beyden, (doch beym Zink mehr, als bey dem Amalgama), Statt hatte, nicht am Zink, sondern am Amalgame, schwächer, (der Oxydationsprocess desselben durch Hydrogen, was zu Folge der Kette am Amalgama auftrat, geschwächt). Und doch gab dieses Amalgama mit Platina mehr Action, als die Verbindung von zwey Theilen Quecksilber, einem Theil Zink und einem Theil Zinn, oder das Kienmayer'sche Amalgama, mit ihr; ganz wieder der Spannungsreihe jener Amalgame unter sich angemessen x).

---

x) S. diese Spannungsreihe der genannten Amalgame in Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 304; in welchem Journal ich überhaupt (B. XVI.) S. 293 — 319., nach einer correcteren Aufstellung der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse S. 299., auf Veranlassung des Palladium des Herrn Chenevix, nicht bloss die, welche die Amalgame verschiedener Metalle, sondern auch eine Menge anderer Metallmischungen, unter sich sowohl, als in Verbindung mit jener Reihe, bilden, dargestellt habe.

Man erinnert sich vielleicht der interessanten Resultate noch, welche diese Arbeit geliefert hat. Da ich mich in gegenwärtiger Abhandlung mehrmals auf sie zu berufen haben werde, will ich dem Leser ihr Andenken durch die Berichtigung eines Factums erneuern, was dieselben nur von neuem bestätigen wird.

Doch ich komme zurück auf das Ganze dieser Versuche, die, wie der Galvanismus überhaupt,

---

Am angeführten Ort Seite 307., in 2. XI., hatte ich gefunden, dass von den 17 daselbst angegebenen Mischungen aus Zink und Zinn, nur die mit $\frac{1}{17}$, $\frac{1}{18}$, und $\frac{1}{64}$ Zinn, (oder No. 1 bis 3), unterhalb dem Zink sich zeigten, d. i. an ihm — *E* erhielten. Ich habe diese Versuche mit den nemlichen Piecen, welche ich damals anwandte, vor kurzem wiederholt, und die Resultate sind, — selbst in Hinsicht der Reihe, welche sämmtliche 17 Metallmischungen unter sich bildeten, (S. 308 und Tab. IV. Fig. 3.), nur bis auf kleine schwer zu rectificirende Unterschiede, — dieselben geblieben.

Gewohnt indess, die Angaben anderer Physiker, so lange, bey scheinbarem Widerspruche, noch irgend eine Ausflucht möglich ist, für wörtlich wahr zu nehmen, wollte mir die Art, wie meine Resultate denen auf anderem Wege erhaltenen, eines Volta (s. Gilbert's Annalen, B. X. S. 425.), Guyton, Deyeux, Vauquelin und Sage (*Annales de Chimie*, T. XLI. p. 172.), Marechaux (s. Gilb. Ann. B. XIV. S. 120.), besonders aber Reinhold (s. dessen Geschichte des Galvanismus nach Sue, Abth. II. S. 33.), entsprachen, nicht alle Genüge leisten.

Ich liess daher zunächst die Zinkzinnmischungen No. 7, 8, 9, 10 und 11 (S. 307.), d. i. die, in denen Zink und Zinn in dem Verhältniss von 4 : 1, 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, und 1 : 4, standen, jede zu 24 Platten derselben Grösse und Form, in welcher ich gewöhnlich auch die Zinkplatten anwende (vergl. Gilb. Ann. B. VII. S. 374.), ausgiessen, um sie darauf theils mit Platten aus dem nemlichen Zink, von dem zu diesen Mischungen genommen worden war, theils die verschiedenen Nummern dieser Versetzungen unter sich, in Säulen zu 24 Lagen, wo schlechterdings keine Unsicherheit im Resultat mehr übrig bleiben kann, zu untersuchen. Das Reagens dabey waren gehörig präparirte Fösche, die be-

seit mehr denn zwanzig Jahren nicht mehr neu seyn dürften, wenn man den Versuch, welchen der ver-

---

reits seit längerer Zeit, theils von selbst, theils durch Hülfe einer gewöhnlichen Voltaischen Säule (s. Gilb. Ann. B. XVI. S. 327. Anm.) zum letzten Zustande der Erregbarkeit, zu dem No. 1., oder der sogenannten Zinkerregbarkeit, (vergl. daselbst S. 321. 334.), zurückgekommen waren. Der feuchte Leiter in der Säule war Pappe mit Brunnenwasser.

Alle diese Mischungen von Zink und Zinn, No. 7 bis 11, fielen jetzt *unterhalb* den Zink, wurden *positiv* mit ihm.

Auch kam dies nicht von einem besondern Umstande her, den etwa die Säule, als solche, mit sich gebracht hätte; die, nur weit mühsameren Versuche mit der einfachen Kette, gaben dasselbe Resultat.

Ferner war die Reihe, welche diese fünf Versetzungen wieder unter sich bildeten, nicht mehr:

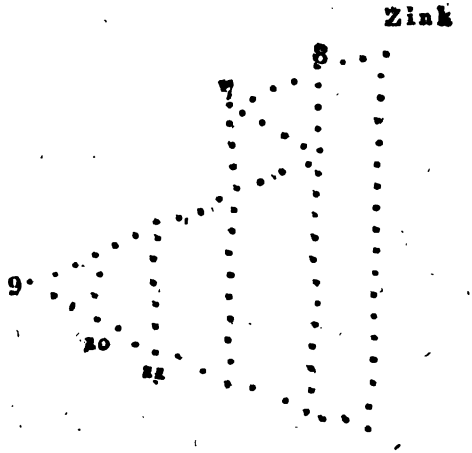
+ . . . . 10; 11; 7; 8; 9 . . . . —

Wie in gedachten Annalen, B. XVI. S. 508., sondern:

+ . . . . 9; 10; 11; 7; 8; . . . . —

Folgende Figur:

storbene FONTANA in seinen *Recherches physiques sur la nature de l'air nitreux et de l'air dephlogisti-*



ist das Schema der möglichen Verbindungen der angeführten Versetzungen unter sich und mit dem Zink, was ich mehrere Male durchgearbeitet, und in seinen gröseern Differenzen auch mit dem Condensator bestätiget habe.

Woher aber der so grosse Unterschied zwischen diesen und den früheren Resultaten, da doch beyde gleich gut verificirt sind?

Kaum sollte man glauben, dass No. 7 bis 11 in GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 307,, (und damit eine ganze Menge anderer Zinksinnmischungen zugleich), nur darum nicht auch, wie No. 1 bis 3, unterhalb, sondern oberhalb den Zink selbst fielen, weil dieser, (das Stück desselben, was ich in jenen Versuchen anwandte), mir damals unbewusst, und wie ich erst nachher herausbrachte, vom Arbeiter am Ende des Gusses der Mischungen No. 1 bis 17, in demselben, obgleich erst „wieder gereinigten" Tiegel, zum Guss zu gleicher

qué. Paris, 1776. 8., (vergleiche: Herrn Abts Felix Fontana physische Untersuchungen über

---

Form mit jenen, war geschmolzen worden, in welchem vorher jene geschmolzen worden waren. Die hierbey vorgegangene, und nur zu einem äusserst geringen Grade mögliche Inficirung des Zinks, wie er vor dem Guss war; mit etwas Zinn, war hinreichend gewesen, diesen Zink sogleich weit unter seine wahre Stelle, und damit eine Menge Zinksinnmischungen über ihn zu bringen, die, wie er vorher war, durchaus unter ihn gehört hätten. Der Zink aus den letzten Versuchen, der durchaus in einem Tiegel, wo vorher nichts als Zink gewesen, geschmolzen worden war, mit den ältern Nummern 7 bis 11 zusammengebracht, bestätigte dies. Es war ursprünglich derselbe Zink, (von derselben Masse), wie der zu jenen Mischungen und jener Zinkpieçe gebrauchte; bloss obige Zufälligkeit hatte jenen Unterschied gemacht.

Ferner: woher der Unterschied zwischen der Reihe, die No. 7 bis 11 in den älteren, und der, die sie in den neuern Versuchen bildeten?

Mögliche Ungleichheiten beym Gusse, die mir aber nicht bekannt sind, und deren Einfluss bey den Mischungen zu 24 Platten, zu Null werden musste, abgerechnet, weiss ich keinen andern Grund dafür, als dass No. 7 bis 11, (wie überhaupt No. 1 bis 17), in Gilb. Ann. B. XVI. S. 307., wie auch daselbst bemerkt, mit Stanniol, für die letzteren Versuche zu 24 Lagen aber, mit englischem Stangenzinn, verfertigt wurden; welche beyde Arten Zinn bekanntlich nicht in gleichem Grade rein oder unrein sind, und ihre innere Verschiedenheit, auch schon durch die verschiedenen Stellen, ankündigen, welche beyde in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse einnehmen, indem der Stanniol gewöhnlich dem Zink beträchtlich näher steht, als das Stangenzinn. (Vergl. Volta's [drittes] Schreiben an den Abt Vassalli über die thierische Electricität, herausgegeben von Mayer. Prag, 1796. 8. S. 13. An-

die Natur der Salpeterluft u. s. w.; a. d. Franz. übers. von F. X. v. Wasserberg. Wien, 1777. 8.

---

merkung: und meine Bemerkung in Gilb. Ann. B. XVI. S. 298.)

So wahr ist also das von neuem, was ich in genannten Annalen B. XVI. S. 309., von der ganz ausserordentlich geringen Quantität eines Metalls anführte, die im Stande ist, eine grosse Masse eines anderen sogleich und so weit von ihrem vorigen Platze in der Spannungsreihe zu entfernen. So gross ist der Unterschied, den kleine Abweichungen in dem Grad der Reinigkeit, oder der Art der Unreinheit, in die Spannungsreihe bringen kann, welche die Mischungen, in die er einging, wieder unter einander bilden. Gedenkt man also dessen, was ich bereits in jenen Annalen, B. XVI. S. 312., von der durchgängigen Relativität der Gültigkeit des Buchstabens solcher Versuche sagte, so wird man in dem Angeführten, weit entfernt von irgend einem Widerspruche, nur eben so viel neue Bestätigung dessen sehen, was jene Versuche allein darthun konnten und sollten, und ich ganz allgemein damals so ausdrückte: dass auch nicht eine Metallmischung den Ort in der Spannungsreihe einnehme, den ihr eine Rechnung aus vorhandenen Prämissen geben möchte; dass selbst die Art, wie eine geordnete Menge derselben in diese Reihe eintritt, noch keinen Schluss für irgend ein Glied einer andern Menge erlaube; und dass man bloss im Ganzen bemerke: wie alle Reihen, die durch Mischungen der nemlichen Metalle, aber in regulär steigendem Verhältnisse, entstehen, die Form des Zikzacks haben, oder wo nur wenige Glieder vorhanden waren, doch die Anlage dazu verrathen.

S. 125.), bereits vor 28 Jahren beschrieb y), gleich der gehörigen Aufmerksamkeit gewürdiget hätte.

Alle im vorigen erzählte Versuche, einen ausgenommen, sind chemische Versuche mit der einfachen Galvanischen Kette. Der vorzügliche Grad von Wirksamkeit, den die Güte des feuchten oder des Leiters zweyter Klasse in ih-

---

Noch ist No. 2 in 2. X. S. 306. des angeführten Bandes der Annalen, gleich No. 9 in XI. daselbst und in den vorigen Versuchen. Ich wandte aber, zu den Versuchen in X., denselben Zink an, welchen nachher auch in XI. Da nun nach den neuern Versuchen No. 9 in XI. ebenfalls unterhalb den Zink fällt, so werden auch No. 4, (gemischt aus gleichen Theilen Zinn, Bley und Zink), und No. 3, (aus gleichen Theilen Bley und Zink), in X., als unterhalb No 2, (aus gleichen Theilen Zinn und Zink), damit auch unterhalb den Zink, und nicht oberhalb, fallen, wie ich ehedem angab. (No. 1, [aus gleichen Theilen Zinn und Bley], gegen Zink, wie er ist, habe ich noch nicht untersuchen können.

y) In diesem, in Facten und Ansichten gleich vortreflichen Werke, heisst es am a. O, wo eben von der Entwickelung und Abkunft des Salpetergases bey Auflösung der Metalle in Salpetersäure die Rede ist: „Auch habe ich bemerkt, dass die Tüchtigkeit Luftblasen entstehen zu machen, auch fremden Körpern mitgetheilt wird, wenn sie sich nur mit dem Körper in Berührung befinden, welcher von Luftblasen umgeben ist; eine Probe hierüber hat man bey der Auflösung eines Stückes Silber in Salpetersäure; wenn man ein kleines Goldblättchen auf das Silber legt, so wird man es sehr bald, eben so wie das Silber, sich mit Bläschen

nen, möglich macht, lässt fast alle Phänomene z), welche die Säule gewährt, bereits mit einfacher Kette darstellen, und der hohe Grad ihrer Ostensibilität macht sie vor andern zum Gebrauch beym Vortrage geschickt.

Alles sind indess Versuche, die bloss den einen der beyen Hauptfälle betreffen, den nemlich, wo zwey verschiedene Leiter der ersten Klasse, mit nur einem der zweyten Klasse, zusammenkommen.

Für chemische Ketten aus bloss einem Leiter der ersten, aber zwey der zweyten Klasse, fehlte es noch ganz an Beyspielen, so viel auch deren seit VOLTA von Ketten für Frosch - und andere bloss physiologische Versuche vorhanden waren,

---

umgeben sehen, und doch wird das Gold in diesem Versuche nicht angegriffen, und verliert gar nichts von seinem Gewicht.„ — Es ist derselbe Versuch, von dem ich oben anführte, dass die Kette in ihm, nur unter Salpetersäure von Wirksamkeit, in Salz - (auch Schwefel-) Säure hingegen ohne alle bemerkliche sey

z) Zum Funken, den ich bey zwey auch sehr differenten Metallen oder Leitern der ersten Klasse, welche ich mit dieser oder jener in bis zu zwey Zoll grossen Flächen zusammen, und nachher ausser derselben unter sich zur Berührung brachte, doch nie wahrnehmen konnte; wohl aber vor zwey Jahren bereits mit Einer Lage Zink und Kupfer von 18 Par. Zoll Durchmesser wirklich erhielt, vergleiche man VOIGT's Magazin f. d. neuesten Zustand d. Naturkunde. B. IV. S. 596.

(vergleiche ausser Volta's *a*), und meinen *b*), von Pfaff *c*) wiederholten Versuchen, Volta's Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch oder Lauge *d*), und Lehot's weitere Versuche *e*) damit), und so wiederholt auch diese Verbindung von Buch *f*), Reinhold *g*), Pfaff *h*), Davy *i*), Robertson *k*), und andern zu ganzen Säulen mit Erfolg war angewandt worden.

---

a) S. meine Beyträge, B. I. St. 3. S. 3. u. f.

b) S. meinen Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess im Thierreiche begleite. 1798. 8. §. 7. und 12.

c) S. Pfaff und Scherer's Nordisches Archiv, B. I. St. 1. S. 17. u. f.

d) S. m. Beyträge, a. a. O.

e) S. Gilbert's Annalen, B. IX. S. 202. — Lehot hat nur hier, so wie in seiner ganzen Abhandlung S. 188—211., den Fehler, dass er, einem missverstandenen Franklinismus zu Liebe, von Bewegungen, Sensationen, und dergl., welche die negative Electricität hervorbringt, nicht gern etwas wissen will, und die Phänomene, die ihm zuwider sind, wie in eine andere Natur gehörig, nach Möglichkeit umschleicht, oder, wo es gehen will, selbst leugnet. Ich habe Volta's und Lehot's Becherversuche oft wiederholt, und der alkalische Geschmack am negativen Zinn, oder dem Wasser, was es umgab, hat mir nie gefehlt.

f) S. m. Beyträge, B. I. St. 3. S. 236.

g) S. Gilbert's Annalen, B. X. S. 322. Anm.

h) S. daselbst, B. X. S. 403.

i) S. daselbst, B. XI. S. 388. u. f.

k) S. Reinhold's Geschichte des Galvanismus nach Sur d. A. Abth II. S. 235.

Es ist mir gelungen, solche Ketten auf eine Art darzustellen, die viel ähnliches mit der hat, nach welcher die ältern aus zwey Leitern der ersten und einem der zweyten Klasse construirt waren.

Schon in jenen musste ich, um den Versuch auch mit Quecksilber zu machen, dieses auf den Boden eines Glases, darüber die Salzsäure giessen, und dann durch beyde Flüssigkeiten, z. B. einen Zinkstab stecken *l*). Ich goss daher auch für diese aus nur einem Leiter der ersten, und zwey der zweyten Klasse bestehenden Ketten, den jedesmal specifisch schwereren von den beyden letzten (*a*), auf den Boden, z. B. eines Weinglases etwa einen halben Zoll hoch, brachte dann vermittelst Fliesspapier den specifisch leichteren (*b*), in gleicher Höhe so über jenen, dass beyde Flüssigkeiten möglichst scharfe Grenzen hielten, und steckte dann den Leiter erster Klasse (*c*), in Form eines Draths, Stabs, oder einer dünnen schmalen Platte, durch beyde Flüssigkeiten hindurch, welcher sonach, als drittes Glied, mit den beyden übrigen eine einfache Galvanische Kette, oder ein Aequivalent derselben, (eine Kette ohne Zwischenraum) schloss.

War *a* Salzsäure gewöhnlicher Concentration, *b* Wasser, *c* hingegen ein Streifen Stan-

l) — wo dann, sobald der Zink das Quecksilber berührt, dieses über und über sich mit Hydrogengasblasen bedeckt, und auch mehr oder minder starke Ströme von Gas giebt.

niol, so besetzte sich der Stanniol in der Säure überall mit (Hydrogen-) Gas, in Wasser aber, in der Nähe der Säure, oxydirte er sich, ohne Gas m).

Rührt man *a* und *b* unter einander, so hört sogleich alle Wirkung auf. Aus drey Gliedern sind nun zwey geworden, die keine Kette, und damit keine Wirkung geben, die von ihr abhinge.

So wie man aber über diese dergestalt verdünnte Säure wieder neues Wasser bringt, stellt sich auch die vorige Wirkung mit ihrer Vertheilung wieder ein. Die zur Kette nöthigen drey Glieder sind nun wieder da.

Ist *a* eine ganz concentrirte Potaschenauflösung, *b* Wasser, und *c* Zink, so oxydirt sich der Zink im Alkali, und besetzt im Wasser sich mit (Hydrogen-) Gas, und mit sehr vielem, wenn man das Glas fünf bis zehn Minuten stehen lässt.

Mit concentrirter Auflösung von ätzendem Kali ist das Resultat das nemliche.

Auch hier hebt man durch Vermischung von *a* und *b* alle Wirkung auf, stellt sie aber in mehr oder minderem Grade sogleich wieder her, als

m) Geschah ersteres schon, in der Salzsäure für sich angewandt, so that es hier der Stanniol in weit stärkerem Grade. Hatte aber in der Salzsäure allein, binnen so kurzer Zeit, als die des nachherigen Versuchs, das Gas ganz gefehlt, so erschien es in diesem ganz gewiss. — Dies gilt von allen Versuchen, die ich nachmals auf ähnliche Weise mit andern Säuren und Metallen anstellte.

man über die Mischung von neuem Wasser bringt. Doch schwächt hier die Verdünnung der untern Flüssigkeit schon mehr, als bey der Salzsäure im vorigen Versuch.

Wie weit übrigens diese Schwächung durch Verdünnung der verdünnungsfähigen Flüssigkeit, hier des Kali, dort der Säure, gehe, welches überhaupt die Geschichte ihres Einflusses auf die Wirkung der Kette, und deren Vertheilung, sey, dies haben mich Versuche gelehrt, die mir der Zufall in die Hand gab, und mich auf eine Entdeckung leiteten, die der Leser, so wenig als ich, voher geahnet haben würde, die aber, nun sie da ist, zeigt, dass Flüssigkeiten, Leiter der zweyten Klasse, in ihren Vermischungen ebenfalls so sonderbare Wirkungsverhältnisse befolgen, als die sind, die ich an einem andern Ort *n*) bloss noch für Mischungen von Leitern erster Klasse beschreiben konnte.

Ich bauete vorigen Winter eine Säule aus 50 Lagen Zink (*a*), concentrirter Potaschenauflösung (*b*), und Wasser (*c*) *o*). Diese Säule hatte ganz, wie es seyn sollte, an

---

n) S. Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 293 — 316. Die Hauptresultate dieser Untersuchung habe ich, zum Gebrauch für die gegenwärtige Vergleichung, oben in einer Anmerkung wiederholt.

o) Die beyden letztern wurden, wie auch die Flüssigkeiten in den folgenden Säulenversuchen beständig, in damit getränkten Pappen, die erste unten, die zweyte über

$\alpha + E$, an $\beta - E$, gab an α Oxygen und an β Hydrogen, beydes in recht starkem Grade p), zum wenigsten wie bey eben so viel Lagen Zink, Kupfer und Wasser.

Ihr zur Seite bauete ich eine zweyte Säule aus 50 Lagen Eisen (a), Salpetersäure (b), und Wasser (c). Um die Hände nicht beym Bau zu verderben, hatte ich zu dieser Salpetersäure gewöhnliches Scheidewasser mit etwa vier bis sechs Theilen Wasser verdünnt.

In den Versuchen mit einfacher Kette hatte ich, bey auf der letzten, der sogenann-

---

dieser angebracht. Auf diese Weise halten sich dergleichen Flüssigkeiten sehr lange, ehe sie sich merklich vermischen, und vollends, ehe die Vermischung bis zur äussern Fläche der untern oder obern Pappe vordringt.

Anmerkenswerth ist die Langsamkeit und Schwierigkeit, mit der sich Pappen mit Potaschauflösung tränken, gegen die ungemeine Schnelligkeit und Leichtigkeit, mit der sie dies in Salmiakauflösung, und besonders in Säuren, thun. Im Allgemeinen fand ich in dieser Hinsicht folgende Ordnung in der immer grössern Leichtigkeit der Pappen, sich mit Flüssigkeit zu tränken: Weingeist, Potaschenauflösung, Wasser, Kochsalzauflösung, Salmiakauflösung, Säuren, besonders Salpetersäure. Offenbar geht hier der chemische Unterschied der Adhäsion, auf die sich das Vollsaugen der Pappen reducirt, parallel; wie auf der andern Seite auch die Güte der Leitung als zweyter Klasse, oder, was eins ist, die Decomponibilität des Wassers der Flüssigkeit; ein für die ganze Lehre der Adhäsion sehr wichtiger Punkt.

p) Die Goldfäden in der Gasröhre mit Wasser, standen eine Linie von einander ab.

Ich verdünnte sie mit 10 bis 12 Theilen Wasser, und sogleich zeigte die Säule, welche vorhin in $\alpha\,\beta$ an $\alpha + E$, an $\beta - E$ gegeben hatte, an $\alpha - E$ und an $\beta + E$; ebenfalls gab sie an α nicht mehr Oxygen, sondern Hydrogen, und an β nicht mehr Hydrogen, sondern Oxygen.

Um den nöthigen Parallelismus zwischen einfacher Kette und Säule zu behalten, wandte ich nachher auch für den oben gedachten Froschversuch bey daselbst erwähnten Zustand der Erregbarkeit, bald concentrirte, bald hinlänglich diluirte Potaschenauflösung an. Bey ersterer war die Zuckung beständig auf der Seite des Alkali, wie schon vorher oft, bey letzterer aber beständig auf der Seite des Zinks.

Eben so bey bald concentrirter, bald diluirter Salpetersäure am einen, und Eisen am andern Nerven, war die Schliessungszuckung bey ersterer beständig auf der Seite des Eisens, bey letzterer bestimmt beständig aber auf der Seite der Säure.

Auch verhält sich die Potaschenauflösung in den verschiedenen Graden ihrer Verdünnung nicht bloss gegen den Zink, die Salpetersäure nicht bloss gegen das Eisen, auf die angezeigte Weise. Gegen eine Menge anderer Metalle, die ich eben zur Hand hatte, thaten sie es ebenfalls, nur dass der zur Umkehrung der Pole eben rechte Diluirungs-

grad des Alkali oder der Säure für jedes Metall merklich ein anderer zu seyn schien *).

Einige Male ist es mir gelungen, gerade den Grad der mittleren Verdünnung des einen oder andern zu treffen, wo die Verbindung mit Metall, wie auch der ganze Gang des Phänomens schon erwarten liess, gar keine Wirkung gab.

Ferner habe ich aus zufälligen, noch nicht genug ausgeführten Beobachtungen gesehen, dass bey ganz concentrirtem Alkali oder ganz concentrirter Säure die Wirkung nicht ganz so stark war, als bey etwas schwächerem Alkali oder Säure, wie mich schon ein Versuch vom 13. Dec. 1797 hätte lehren können, wo ich den Nerven des einen Schenkels eines auf dem gehörigen letzten Zustande der Erregbarkeit befindlichen Froschpräparats mit concentrirtem, den des andern mit etwas diluirtem Oleum Tartari armirte, und beyde Armirungen durch einen Bogen Zink verband, wo dann die Schliessungszuckung nicht auf der Seite der concentrirten, sondern der etwas diluirten Potaschenauflösung, war.

Eben so war ein zu grosser Grad der Verdünnung des Alkali sowohl als der Säure,

*) So sah Davy bey einer Säule aus Zinn, ziemlich verdünnter Salpetersäure, und Wasser, noch immer das Eisenende (β oben) Oxygen, das Säureende (α oben) Hydrogen geben. (S. Gilbert's Annalen, B. XI. S. 390.). Ich führe weiter unten ähnliche Versuche mit einfacher Kette an.

wieder minder gut zur Umkehrung der Pole, als ein nicht so grosser, weil ich im erstern Falle einige Male wieder schwächere Wirkung gehabt habe, als im letzten.

Dass aber unendlich verdünntes Alkali, unendlich verdünnte Säure, die beyde mit ganz reinem Wasser gleich zu setzen sind, mit Zink und Wasser, mit Eisen und Wasser, gar nicht wirken werde, versteht sich von selbst. Denn Schichtungen aus bloss zwey Gliedern geben weder Ketten noch Säulen.

Und so lassen sich sämmtliche Beobachtungen, vor der Hand, unter folgenden Schemen zum gemeinschaftlichen Ueberblick ihrer Resultate darstellen.

A.

—	Wasser	mit	concentrirtem	—	+
——			minder concentr.	—	++
—			mehr diluirtem	—	+
o			noch mehr dil.	—	o
+			noch mehr dil.	—	—
++			noch mehr dil.	—	——
+			noch mehr dil.	—	—
(o)			(unendlich dil.)	—	(o)

B.

+	Alkali	mit	concentrirter	Säure	—
++			minder concentr.		— —
+			mehr diluirter		—
o			noch mehr dil.		o
—			noch mehr dil.		+
— —			noch mehr dil.		++
—			noch mehr dil.		+
(o)			(unendlich dil.)		(o)

Diese Schemen sprechen sich von selbst aus, und bedürfen daher keines weitern Commentars.

Was man indess, nachdem ich selbst sie bloss für eine einstweilige Darstellungsart, die noch manche Rectification *t*) erfahren kann und wird, ausgegeben wissen will, an ihnen allenfalls noch aussetzen könnte, wäre die Allgemeinheit, zu der ich sie erhoben habe, denn erst kam bloss Ein Alkali, und Eine Säure, vor. Ich werde mich aber

---

t) Eine z. B. ist sogleich, dass, da Wasser nach Volta (s. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 74.), mit Metallen + *E* wird, die unendlich verdünnte Säure, das unendlich verdünnte Alkali, beyde = Wasser, mit Metall nicht Null werden kann, sondern immer noch in einigem Grade + seyn muss; womit denn für das Alkali, ausser dem mittleren, noch ein zweyter Nullpunkt, der noch nicht gefunden ist, sich aber in den höheren Diluirungsgraden, (vergleiche weiter unten), finden muss, nothwendig wird, während die Säure, ohne andere Prämissen, bis herab zum reinen Wasser, + behalten hat, und damit schliesst. Ich übergieng in den Schemen dies, da ich sie doch in keiner erschöpften Vollständigkeit geben konnte, und da ich bloss Ein Element vom Gang des wirklichen Phänomens geben wollte, es thun durfte.

sogleich deshalb rechtfertigen, und die Erfahrungen, durch die ich es thun werde, werden noch zugleich einen andern Vortheil gewähren, den nemlich: für jede Säure, jedes Alkali den ganzen Gang des Phänomens, und im Versuche selbst, mit Einem Blicke zu übersehen. Bleiben wir bey den Säuren s) stehen.

Diese Versuche sind keine anderen, als die, mit denen ich oben die Abhandlung der Ketten aus bloss Einem Leiter der ersten und zwey der zweyten Klasse begann; nur mit andern Mitteln.

Man wird nemlich in den dortigen Versuchen, angestellt buchstäblich, wie sie da beschrieben sind, gewöhnlich nur auf Eine Sphäre der Oxygenation, und eben so nur auf Eine der Hydrogenbildung, mit andern Worten, nur auf Einen Oxygen- und Einen Hydrogenpol, aufmerksam werden. Im Grunde aber haben mehrere Statt, nur dass daselbst die Umstände nicht günstig genug sind, sie jedesmal wahrzunehmen.

---

s) Mit Alkalien habe ich noch zu wenig versucht, und es ist bey ihnen schwerer, ein Metall zu finden, was eine schnelle und starke (z. B. durch Farbe) ins Auge fallende Modification, die damit eben so auffallender Vertheilungen fähig wäre, zu erhalten. Auch sind bey Alkali und Wasser die Grenzen nicht in dem Grade beständig, wie bey Säuren und Wasser; lauter Umstände, welche die Verwirklichung der nöthigen Bedingungen sehr erschweren. Da indess, was bisher von Säuren galt, auch bey Alkalien wiederkehrte, so wird man gedachten Verlust für das Folgende, nicht sehr zu bedauern haben.

Man nehme hingegen, Statt der Salzsäure, concentrirte Salpetersäure, und, Statt des Stanniols, einen Eisenstab von etwa einer Linie Durchmesser; das Wasser lasse man, wie es ist. Sehr bald wird man Zwey Stellen sehen, wo sich Eisenoxyd bildet und ablösst, und Zwey, wo das Eisen nicht angegriffen wird, vielmehr bisweilen (Salpeter-) Gas giebt. Die eine der letztern fällt in die concentrirte Säure, die andere zwischen die beyden Oxydstellen, welche sich in der Gegend der Grenze der beyden Flüssigkeiten, die aber, genau genommen, wirklich nichts ist, als eine schnelle Stufenfolge aller möglichen Verdünnungsverhältnisse der Säure durch das Wasser von der concentristesten Säure an bis zum reinsten Wasser.

Einen nemlichen Erfolg hat man von concentrirter Salpetersäure, Bley und Wasser; von concentrirter Schwefelsäure, Kupfer und Wasser; von concentrirter Salzsäure; Bley und Wasser; oder, wenn man den Versuch zwölf Stunden abwarten will, auch, und zwar sehr schön, von concentriter Schwefelsäure, Silber und Wasser Nur dass, bey gleicher Anzahl der Abwechselun en der Producte, natürlich diese selbst, in jedem neuen Versuche, nach der Natur der jedesmaligen Materialien, verschieden seyn werden.

Nie wird man dergleichen wiederholte Abwechselungen wahrnehmen, wenn man die Säure

oder das Wasser für sich, oder auch die erste in irgend einem Grade der gleichförmigen Verdünnung, jedoch allein, anwendet, (und überhaupt wird sich auch beständig ein beträchtlicher Unterschied von denen in den vorigen Versuchen ausweisen).

Ich müsste übrigens Bogen abschreiben, wenn ich das Detail auch nur dieser wenigen Versuche, (denn der angestellten sind weit mehrere, die angeführten aber geben die schönsten oder deutlichsten, und unter ihnen der erste mit concentrirter Salpetersäure und Eisen, die schnellsten und allerbestimmtesten Resultate), ganz mittheilen wollte. Der blossen Neugier z. B. wird der Versuch mit concentrirter Salpetersäure und Bley am besten gefallen, wo der sich bildende weisse Bleysalpeter, und gleich daneben eine schwärzliche Substanz u. s. w., unterhaltende Spiele beginnen. Bloss einige allgemeine Umstände will ich nicht ganz übergehen.

Beym Einbringen der meisten Metalle in concentrirte Säuren, wenn sie auch nachher keine weiter bemerkliche Wirkung auf jene ausüben, entbindet sich schnell eine kleine Quantität Gas, und dann ist es ruhig. Auch wenn in obigen Versuchen, das Metall nach dem Durchgang durch das Wasser in die Säure kommt, geschieht dies. Es hat mit der Action der entstandenen Kette nichts zu thun, und kommt niemals bey den Phänomenen, die von dieser herrühren, in Anschlag.

Eben so darf man sich auch nicht durch die Veränderungen stören lassen, die das in die Flüssigkeiten gesenkte Metall, oft in sehr hohem Grade, besonders nach längerer Zeit, da wo Luft und Wasser grenzen, erleidet, als welche gleichfalls, mit der Wirkung der Kette aus den Flüssigkeiten und dem Metall, nichts zu thun haben.

Ferner zeigen sich oft, nachdem zwey Hauptstellen, (Streifen, Ringe,) der Oxydation, lange Zeit gestanden haben, nach und nach zu beyden Seiten der vorigen noch eine oder zwey, so dass zusammen drey oder vier daraus werden. Diese indess sind weit schwächer, als die vorigen, kommen auch nach langer Zeit zu keiner sonderlichen Stärke. Mag es einstweilen noch in Frage bleiben, ob sie vielleicht nichts, als Folgen des weitern nach unten und oben Rückens der bestimmten Concentrations- und Diluirungsgrade, welche in der Vertheilung der Wirkung die Hauptrolle spielen, und somit auch dessen, was sie verursachen, sind, oder, ob, wider Vermuthen, das Spiel der Umkehrung der Pole in der Reihe sämmtlicher Diluirungsgrade der Säure, sich mehr als einmal, wenn auch die folgenden Male mehr nur im blossen Versuch zur Wiederholung, darstellt? —

Endlich muss ich noch in Erinnerung bringen, dass diese Versuche sämmtlich noch sehr neu sind, und dass ich, wie die Folge lehren wird, aus mehr als einer Rücksicht, ernstlich darum bitten muss, ihnen früh diejenige ganze Aufmerksamkeit zu schen-

ken, die ich selbst ihnen schuldig seyn werde, sobald ich zu ihnen zurückzukehre.

Ein Versuch, sehr schön für die Darstellung der mehrfachen Oxygen - und Hydrogensphären oder Zonen ist noch der, wo man gutes Scheidewasser und Wasser durch starken Stanniol verbindet. Hier, wo ein blosses Stück der Verdünnungsscale, die bey concentrirter Säure und Wasser vorkommt, zugegen ist, und dieses dennoch die nemliche Ausbreitung annimmt, wie dort die ganze Scale, wird vieles deutlicher, was dort nicht ganz hervortreten kann. Zuerst zeigen sich die doppelten Sphären; nach einiger Zeit verschwimmen sie zu einer, die darauf, indem die Gegend der Wirkungen sich immer mehr ausbreitet, sich wieder in zwey trennt, und so mehrmals fort: bis endlich schwache Spuren auch einer dritten und vierten Abwechselung zum Vorschein kommen. Da ersteres Verschwinden und Wiederkommen sich bey einigem Verweilen sehr leicht als nothwendige Folge des vorhin gedachten weitern von einander Rückens gegebener Diluirungsgrade gleichen Unterschiedes zeigt, so zeigen sich wirklich die erst spät erscheinenden dritten und vierten Streifen oder Ringe, als von demjenigen Grunde herrührend, den ich oben als den wahrscheinlichsten für sie angab.

Uebrigens darf ich wohl nicht erst erinnern, dass die Differenz, welche sich zwischen den Resultaten dieser Versuche, die wenigstens zwey volle Abwechselungen als Hauptgesetz zeigen, und

dem, was aus obigem Schema *B* auf den ersten Anblick und der ersten Anwendung desselben auf diese Versuche für sie folgen möchte, nur scheinbar ist. Obiges Schema stellt dar, wie jeder Verdünnungsgrad der Säure für sich, sich mit Wasser und dem Metall verhalte. In letztern Versuchen aber kommt nur der dem reinen Wasser nächste Grad der Säure mit diesem Wasser selbst am Metall zusammen; weiter herab ist, was vorhin Wasser war, beständig schon wieder ein bestimmter Verdünnungsgrad der Säure neben dem so eben schwächern, und noch die concentrirte Säure selbst hat am Metall die blosse minder concentrirte zum Nachbar. Der Erfolg des Versuchs ist somit das Resultat des electrischen Gleichgewichts, in was sich diese ganze Reihe von beständig wieder von einander verschiedenen Ketten unter sich und mit dem einen selben Metall setzt. Dies Gleichgewicht könnte aber unmöglich so ausfallen, sich so ausdrücken, wie es sich ausdrückt, wenn nicht die Säure bey irgend einem Diluirungsgrade durch Wasser ein ganz umgekehrtes electrisches Verhältniss von dem der concentrirten annähme u. s. w., indem, wenn von der concentrirten Säure bis herab zur diluirtesten eine bloss quantitative Abnahme eines und desselben bestimmten electrischen Verhälnisses der Säure zum Metall Statt hätte, die beyden Hälften dieser Reihe der Abnahme bis zum Wasser sich in blosa Ein Polaritätsschema zusammenziehen, und somit nur Eine Sphäre der Oxydation und nur Eine der

Hydrognebildung darstellen würden; — welches zu gleich die Art ist, auf welche letztbeschriebene Versuche, wie oben erwähnt wurde, auf Einen Blick geben, was die früheren nur nach und nach zeigten. —

Sehen wir zurück auf das allgemeine Resultat, was diese ganze Reihe von Versuchen mit Ketten und Säulen aus bloss einem Leiter der ersten und zwey der zweyten Klasse lieferte, so finden wir in ihm vorerst ein Gegenstück der an einem andern Orte *v*) bloss von den Leitern der ersten Klasse aufgefundenen Merkwürdigkeit, nemlich, dass es auch Flüssigkeiten, feuchte oder Leiter der zweyten Klasse gebe, die in ihrer Vermischung nie das electrische Mittel geben, was sie, als ein Mittel ihrer Factoren genommen, nach irgend einer bekannten Rechnungsweise geben sollten. Wird concentrirte Säure mit Metall negativ, Wasser aber, wie VOLTA gezeigt hat, mit ihm positiv, so sollten wir auch alle Zwischengrade für blosse reguläre Uebergangsstufen vom einen bis ins andere halten können. Die Versuche aber haben gezeigt, wie so ganz und gar nicht dies der Fall sey. Wir kommen mehr oder weniger auf dasselbe Zickzack zurück, was ich auch bey den Mischungen der Leiter der ersten Klasse entdeckte. Man meint, wir haben bloss das Verhalten gegebener Säuren . . . . . und ihrer Diluirungen gegen

v) S. GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 293 — 319., und die Anmerkung oben.

Metall, nicht aber das Verhalten verschiedener Diluirungsgrade der Säuren . . . . . unter sich, untersucht, was doch allein eine Spannungsreihe der Leiter zweyter Klasse, ein solches in und mit ihr vergleichbares Stück derselben, geben könne, als früher für die Leiter erster Klasse, für ihre Diluirungen durch -, ihre Mischungen mit einander, festgesetzt werden konnte, eben weil nur in der Sphäre Einer Klasse verglichen wurde? — So würde es seyn, wenn dort buchstäblich so verfahren worden wäre. Auch in den Ketten, welche für die erste Klasse entschieden, wurde beständig der zweyten Klasse gegenüber operirt, und Condensator und alles, wobey keine Kette war, hat beständig seine Resultate mit denen jener Kette gleich gelehrt. So werden wir auch, wenn, wie geschah, wir mit der zweyten Klasse der ersten gegenüber operiren, dennoch die Resultate auf die blosse Sphäre ersterer übertragen können. Die beyden verschiedenen Concentrationsgrade der Säure, des Alkali, die gegen Metall sich umgekehrt verhielten, werden es auch unter sich thun müssen, gerade wie zwey Metallmischungen, die gegen Wasser sich umgekehrt verhielten, auch unter sich, sich umgekehrt verhielten, und der Condensator . . . . . es bestätigte.

Wir müssen nochmals wünschen, dass dieser ganze Gegenstand recht bald durch viele Versuche in völlige Klarheit gesetzt werde. Schon was wir haben, bietet Anwendungen dar, deren man sich schwer enthalten kann. Ich will nur einer ge-

denken, der auf die Theorie der Verbindung von Säure mit Alkali, oder der Neutralisation.

Seit VOLTA, der zuerst erwies, *w*), dass auch verschiedene Flüssigkeiten bey ihrer Berührung electrische Spannung setzen, war es gewiss, dass auch und vorzüglich bey zur Entstehung von Salzen geschickten entgegengesetzten Flüssigkeiten, dergleichen, wenigstens im ersten Augenblicke der Zusammenkunft, so lange überhaupt noch ein Nebeneinander dabey Statt hat, ent- und bestehen müsse; auch MASUYER *x*) glaubt: „*qu'il y a peu de circonstances, où un fluide mis en contact avec un liquide ne détermine un mouvement quelconque du fluide électrique, ou un changement dans son équilibre, et que la plupart de toutes les saturations sont également accompagnées d'électro-motions.*" Schon, dass sie es sind, macht es unmöglich zu glauben, dass sie, und vollends in so ortsveränderlichen Substanzen, als Flüssigkeiten sind, ohne alle Mitwirkung bey dem Process, den diese unter einander beginnen, seyn. Ziehen doch die Pole der Säule einander an, d. h. die Massen Metall u. s. w., an denen ihr + und — vorkommt. Wird dieses weniger der Fall seyn, wo die Träger dieser Electricitäten, dieser ihrem Zuge so leicht folgen können? — Warum

w) In seinen Briefen an ALDINI in *Annali di Chimica* T. XVI., von denen ich in meinen Beyträgen, B. II. St. 3. eine Uebersetzung gebe.

x) S. ALDINI's *Essai sur le Galvanisme*, T. II. p. 295.

bleibt denn die scharfe Grenze, die zwey gar sehr an specifischem Gewicht verschiedene Flüssigkeiten, wie concentrirte Salpeter- oder Schwefelsäure, mit Wasser anfangs halten, nicht? — So ohne weiteres folgt dieses nicht. Wohl aber sieht man, dass es folgen müsse, dass jene Grenzen nicht bleiben können, wenn zwey bewegliche Schichten, von denen die eine +, die andere — *E* hat, und sogar mehr wie einmal, nach einander vorkommen y).

Schon hieraus wird bemerklich, welchen Beytrag jene „*Electro-motions*," jene electrische Spannungssetzungen, die den Grund ihrer Aufhebung in sich tragen, zur innigen Vermischung und Durchdringung zweyer Flüssigkeiten geben müssen. Noch mehr aber ist das der Fall, wenn man bedenkt, wie z. B. Säure und Alkali, die doch durch keinen Salto mortale im absoluten Nu Eins seyn können, vielmehr gerechter Weise, jedes auf seine Art, alle Stufen respectiver Intensität durchlaufen, ehe sie bey erreichter völliger Identität beym Null derselben angelangt sind, schon in der Abnahme oder allmäligen Aufhebung der bey ihrer ersten Zusammenkunft entstandenen Spannung den Keim einer neuen umge-

y) Bey Alkalien und Wasser verschwimmt die Grenze noch schneller; man sehe aber auch, aus der Anmerkung zu den obigen Schemen, den Vorzug, welchen sie in Abwechselung von + und — haben.

kehrt gelagerten in sich tragen, die nach Vernichtung jener, wo Säure und Alkali beym ersten Nullpunkt angekommen sind, (vergleiche obige Schemen), neu hervorbricht, und mit neuer Gewalt gleichsam den Knoten vollends schürzt, der beyde im letzten Grade vereinigen soll.

Ich liefere hier nur ein rohes Gemälde. Man mag es ihm aber ansehen, dass es bessere Farben verdient, und auf den Anblick schliessen, den seine einstige Vollendung gewähren muss.

Ueberhaupt fallen sowohl die hier, als auch die noch hieher gehörigen bereits an einem andern Orte z) erzählten Phänomene, so ganz in das Gebiet der Chemie, dass es endlich dieser Pflicht wird, Notiz davon zu nehmen a). So lehrt das Vorige, dass concentrirte Alkalien sich in electrischer Hinsicht gegen Metall umgekehrt verhalten, wie diluirte, diluirte Säuren umgekehrt, wie concentrirte. Wie verhalten sie sich in chemischer? — Und so vieles mehr. — Wenn einst die Chemiker allgemein einsehen werden, dass electrischer und chemischer Process eben so unglaublich bloss graduell verschieden

---

z) S. Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 293 — 319., und die obige sie betreffende Anmerkung.

a) Wie schön Herr Chenevix es schon thut, hat er in Gilbert's Annalen, B. XVII. S. 115. bewiesen. Möge dieses Beyspiel Nachahmung finden.

sind, als noch vor wenig Jahren es VOLTA's Säule und die Electrisirmaschine waren, dann werden sie mehr Fragen an uns thun, als wir jetzt an sie, und uns die Antwort eben so wenig erlassen, als wir sie ihnen, wenn wir gleich wissen, dass sie dieselbe nicht im Augenblicke geben können.

Zweyter Abschnitt.

System der Leiter.

Oben wurde unter andern eines Versuchs erwähnt, wo Silber und Gold, oder Silber und Platina, unter Salzsäure, keine bemerkliche Wirkung b), wohl aber, und starke, unter Salpetersäure, gaben; ein Versuch, von dessen Wichtigkeit wir jetzt besonders sprechen wollen.

b) Davy sagt zwar (s. Gilbert's Annalen, B. VIII. S. 311. Anm.), dass ihm bereits zehn Abwechselungen von Silber, Gold und verdünnter Salzsäure, Geschmack und schwache Wasserzersetzung gegeben haben, und daraus würde auch für die einzelne Kette etwas Wirkung folgen. Allein ich muss erinnern, dass ich meine Versuche mit dem feinsten 16löthigen Silber, und dem reinsten 24karathigen Golde angestellt habe.

Sieht man auf die Leitung in beyden Fällen, so ist dieselbe in beyden so gross, dass sie keinen Unterschied machen kann. Die Metalle sind dieselben, und Salzsäure gehört zu den besten Leitern zweyter Klasse, die es giebt.

Der einzige Unterschied von Werth, der sich endlich darbot, war, dass Silber, das Metall, was, wo der Versuch von Erfolg war, Oxygenpol wurde, ein solches ist, auf welches, auch ausserhalb der Kette, Salpetersäure von grosser Wirkung, Salzsäure hingegen von keiner, wenigstens keiner ins Auge fallenden, ist c).

Wenn dieser Unterschied wirklich der Grund des Aussenbleibens der Action in der Salzsäure war, muste sie auch in der Salpetersäure ausbleiben, wenn ich zwey Metalle anwandte, deren keines ausser der Kette von dieser Säure angegriffen wird.

Und Gold mit Platina unter Salpetersäure aufs beste verbunden, gab in der That nichts.

Den Versuch, dass eine Kette aus concentrirter Salpetersäure, Gold und Platina, auch den allerempfindlichsten Frosch, bey Vermeidung sonstiger Differenz, nicht im mindesten erschüttere, hatte ich schon früher angestellt d).

---

c) Vergleiche Fourcroy's *Système des connoissances chimiques*, T. VI. p. 335.

d) . . . . Gold, Salpetersäure, erster Nerv, erster Schenkel, zweyter Schenkel, zweyter Nerv, Salpetersäure,

Gold und Silber, Platina und Silber, dagegen, hatten starke Wirkung gegeben, (auch das + sich beständig auf der Seite des Silbers nachgewiesen e).

Ferner musste überhaupt die Action in einer Kette, unter übrigens gleichen Umständen, um so stärker seyn, je stärker die Wirkung des Leiters zweyter Klasse auch ausserhalb der Kette, schon auf das eine Metall, den einen der beyden angewandten Leiter erster Klasse, war.

Und welche zahlreiche Menge von Bestätigungen kam mir hier entgegen?

Gleich kurz zuvor hatte ich den oben erzählten sonderbaren Fall mit den Amalgamen gehabt, die

---

Platina ..... wo dann bey der Schliessung Gold und Platina unter sich in Berührung gebracht werden, stellt diesen Versuch dar. Die Salpetersäure, (und jede andere ähnliche Flüssigkeit), wird in solchen Fällen in kleinen Glasschälchen, oder auch auf Glastafeln, innerhalb Ringen von Wachs, angewandt, und die Metalle mit Isolatoren gehandhabt, wozu genug ist, dass man zwischen die Finger, die sie fassen sollen, etwas trockenes Papier nehme; ein Mittel, was noch bey grossen Säulen oder Batterien, wo man sich auch bey sogenannt trockenen Händen noch vor Schlägen zu fürchten hat, vollkommen hinreicht.

e) So wirkte auch eine Kette aus Gold, Platina und Salmiakauflösung, selbst auf den empfindlichsten Frosch, nicht, wohl aber Ketten aus Silber oder Kupfer, mit Gold oder Platina, und derselben Auflösung, und zwar sehr stark.

mit Gold und Platina weit schwächer wirkten, als Zink mit ihnen, obschon in den Froschversuchen, und auch am Condensator, jene Amalgame sämmtlich sich als weit positiver, also als weit electrisch-differenter von Gold und Platina, ausgewiesen hatten, als der Zink. Aber diese Amalgame sämmtlich gaben auch, für sich in Salzsäure gebracht, weit weniger Gas, als der Zink, auch auf sie wirkte diese Säure ausserhalb der Kette schwächer, als auf letzteren *f*).

So hatte ich auch eben erst Zinn mit Platina in Salzsäure, wie schon oben angeführt, sehr stark wirken sehen, während Bley mit Platina äusserst wenig Wirkung gab. Nur langsam besetzte sich die Platina mit Gas, zum Strömen kam es gar nicht. Aber, von Zinn und Bley, obgleich Bley in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse *g*), dem Zink näher, von der Platina also weiter steht, als Zinn, wird auch Zinn von Salzsäure weit stärker angegriffen, als Bley.

Ferner: in allen zu Anfange des vorigen Abschnitts angeführten Versuchen, wirkten je zwey Metalle in einer gegebenen Säure bey weitem nicht genau nach ihrem Ab-

f) Erst nachdem sie eine Zeit in der Säure gelegen hatten, fing diese an, stärker auf sie zu wirken, sogleich aber wirkten sie nun auch in der Kette mit Gold oder Platina stärker.

g) S. dieselbe, nach meiner letzten und genauesten Revision, in Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 299.

stand in der Spannungsreihe von einander.

Zink steht von Platina gewiss nicht mehr als noch einmal so weit ab, wie Bley von Platina, und doch, wie äusserst viele Male ist die Action der ersten Verbindung stärker, wie die der letztern! Eben so ist der Wirkungsunterschied von Zink mit Platina, (Gold, Silber u. s. w.), und von Eisen, Kupfer, Wismuth, Spiessglanz, Kobalt, Zinn u. s. w., mit Platina, ausserordentlich viel grösser, als er der blossen Spannungsreihe nach seyn sollte. Dasselbe gilt von der Wirkung des Zinks mit Zinn, verglichen mit der von Zinn mit Gold, Silber oder Platina; und so von sehr vielen Fällen mehr.

Ueberhaupt hat der Zink im Galvanismus einen Vorzug vor allen übrigen Metallen, den ihm von den bekannteren übrigen, etwa nur das Titanium und Magnesium h) einst streitig machen könnte. Wer weiss aber auch nicht, mit welcher

---

h) Man sehe diese Vermuthung für das Magnesium aus dem Verhalten seines Oxyds als Graubraunsteinerz bereits in m. Beweis u. s. w. S. 35. Neuere Versuche haben mir das Titanoxyd als Oisanit, noch über das Magnesiumoxyd gestellt; eben so gewiss wird also das regulinische Titanium noch unter das regulinische Magnesium fallen. Die Metalle verschiedener anderer Oxyde sind ebenfalls auf Stellen ähnlich grosser Positivität und Oxydabilität verdächtig, Oxyd und Reduct aber sind entweder selten, oder eines zum andern noch nicht zurückgebracht.

ganz vorzüglichen Heftigkeit alle Säuren, Salze u. s. w., schon für sich auf ihn wirken?

Endlich: welche feuchten oder Leiter der zweyten Klasse, sind, (auch bey gleichen, Metallen oder Leitern der ersten Klasse), am mehresten zu hoher Galvanischer Wirksamkeit geschickt? — Gerade diejenigen, welche auf das eine von beyden Metallen am heftigsten wirken. Was der einzelnen Kette Wirkung giebt, giebt sie auch der Säule. Aber: „Die flüssigen Stoffe, welche die unvollkommenen Metalle am schnellsten oxydiren, und zugleich den sich entbindenden Wasserstoff condensiren *i*), geben den Galvanischen Metallbatterien die grösste Wirksamkeit. Die Salpetersäure und die oxydirte Salzsäure scheinen unter allen bekannten flüssigen Erregern in der Batterie die kräftigsten zu seyn. Nächst ihnen diejenigen Metallauflösungen in Säuren, in denen die Metalle am

i) Condensiren heisst hier, ihn zu neuen Wirkungen, als zu Desoxydationen der Salpeter- und der oxydirten Salzsäure, zur Reduction von Metalloxyden aus Auflösungen u. s. w. verwenden, wo allerdings der Wasserstoff nicht mehr als Gas erscheinen kann, sondern „condensirt" bleiben muss. Solche Affinitäten zum Wasserstoff, wie hier wirksam sind, erleichtern überhaupt jede Zersetzung des Wassers, (vergl. meine Bemerkung in Scherer's allg. Journ. d. Chemie, B. I. S. 439), und damit jede Oxydation, die von dieser abhängig ist; und das sind am Ende alle Oxydationen, vorerst wenigstens die auf nassem Wege.

stärksten oxydirt sind, dann folgen die Salzsäure, die Schwefelsäure und die Neutralsalze aus diesen Säuren und der Salpetersäure.“ Davy *k*).

Auch in den Ketten aus nur Einem Leiter der ersten und zwey der zweyten Klasse, finden wir dasselbe wieder.

Welcher Art ist doch die eine Flüssigkeit beständig, die in ihnen neben der andern angewandt werden muss? — Welcher Art muss das Metall seyn, was mit diesen beyden Wirkung geben soll? —

Immer musste bey solchen Säulen, wenigstens die eine Flüssigkeit auf das Metall oder die Kohle wirken; übten beyde auf beyde Flächen des Metalls, und entgegengesetzte Wirkungen, wovon die eine also den Erfolg der andern unterstützte *l*), aus, so war die Wirkung noch stärker.

Zu allem diesem verstand sich von selbst, dass das Metall, die Kohle u. s. w., ein solcher Körper war, der von der Flüssigkeit angegriffen werden konnte.

Beydes findet sich in den Versuchen mit einfacher Kette wieder. Die angreifbarsten Metalle, und die angreifendsten Flüssigkei-

---

k) S. Gilbert's Annalen, B. VIII. S. 311.

l) Vergleiche die Anmerkung zur Condensation des Wasserstoffs.

ten, waren überall die besten, und vergeblich suchte ich in Ketten aus Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure, Wasser, und Gold oder Platina, auch nur eine Spur von Wirkung hervorzubringen.

Was ich hier erzählt habe, sind meistens längst bekannte Thatsachen, und bey weitem habe ich nicht alle aufgeführt, die ich hätte aufführen können. Es spricht für eine Sache, wenn das, was man für sie anführt, nur das wenigste ist von dem, was sich für sie anführen läßt.

Selbst die Folge, welche ich aus ihnen ziehen werde, ist nicht ganz neu, aber man wird bald sehen, wie viel mir darauf ankommt, in recht frische Erinnerung zu bringen: dass in einer Galvanischen Kette, und somit auch in der Säule oder Batterie, nur dann Action Statt hat, wenn wenigstens der eine Leiter erster Klasse in ihr, oder, wenn überhaupt nur einer in ihr vorhanden war, dieser Eine, auch ausserhalb der Kette für sich schon von dem Leiter zweyter Klasse, oder, wenn zwey derselben vorhanden waren, von wenigstens dem Einen derselben, angegriffen, *chemisch* angegriffen wird, und dass die Action in jener *in dem Grade* Statt hat, *als* dies geschieht.

Lasse man es sich nicht stören, wenn derselbe Davy m), der vorhin so schön sprach, uns eine Reihe von Versuchen verspricht, woraus erhelle, dass auch Galvanische Wirkungen unabhängig von aller Oxydation vorgehen, indem er den Sulzer'schen Geschmack und Muskelzuckungen, vermittelst Metallen, unter Umständen hervorgebracht habe, wo diese augenscheinlich keiner chemischen Veränderung unterworfen seyn konnten; wenn Biot n) beweisst, dass die Electricität, durch Oxydation der Metalle in der Säule geliefert, ganz unvergleichbar der sey, welche die Berührung heterogener, blos mit dem Boden verbundener Metalle, hergiebt; wenn Ritter o) und Hauff p) Batterien bauen, in denen, bey vorzüglich starker Wirksamkeit, der Zink selbst nach Monaten kaum noch eine Spur von Oxydation wahrnehmen lässt; wenn ich selbst q) Apparate construire, die blos physiologische Wirkung ohne alle chemische geben; wenn ich endlich r) sogar behauptete, dass es noch nicht er-

m) S. Gilbert's Annalen, B. VIII. S. 171. Anm.

n) S. daselbst, B. XV. S. 90.

o) S. *Journal de physique*, Messidor XI. p. 74.

p) S. dessen *De nova methodo naturam ac leges phaenomenorum electricorum, quae a Galvano cognomen sortita sunt, investigandi, Commentatio prima.* Marburg, 1803. 4. P. 19., und Gilbert's Annalen, B. XV. S. 82.

q) S. *Journal de physique*, Brumaire XII. p. 352., und Voigt's Magazin f. d. neuest. Zust. d. Naturkunde, B. VI. S. 126.

r) S. Voigt's Magazin, B. V. S. 581.

wiesen sey, dass Galvanische Batterien im Zustand ihrer Schliessung, von Oxygen- und Hydrogenbildung, oder überhaupt von einer, (bis daher sogenannten), chemischen Umänderung der Flüssigkeit, nothwendig begleitet seyn müssen, vielmehr hierüber noch unerwartete Aufschlüsse aus künftigen Untersuchungen zu hoffen seyn.

Davy hat sein Wort noch nicht gehalten; Biot hat seine „Untersuchungen über den Einfluss der Oxydation auf die Wirkungen von Volta's electrischer Säule," aus einem ganz falschen Gesichtspunkt geführt, indem er keinesweges blosse Spannungen, sondern die absoluten Mengen von Electricität, welche zwey Säulen mit gleichen Metallen aber ungleich oxydirender Flüssigkeit, bey totaler, d. i. die ganze Mächtigkeit der Säule erschöpfender, Schliessung, in gleichen Zeiten geben, vergleichen, und diesen, wenigstens durch Annäherung, hätte beyzukommen suchen sollen; bey Allizeau und Hauff fehlt noch die genaue Analyse der Kochsalz- und der Salmiakauflöung nach ihrem Seyn in der geschlossenen Batterie s); von

s) Aus Paris hört man neuerlichst, dass die zur Prüfung des Hauff'schen Apparats ernannten Commissarien des National-Instituts gefunden haben, dass bey totaler Schliessung dieses Apparats, schon nach 7 bis 8 Stunden die Platten sehr stark oxydirt sind, und in dem nemlichen Verhältniss auch die Wirkung vermindert ist, (s. Izarn's *Manuel du Galvanisme*, p. 189.), dahingegen in Allizeau's Apparat sie selbst nach einer Schliessung von 16 Tagen nur erst sehr we-

den Versuchen, in welchen ich die physiologischen Wirkungen der Säule von ihren chemischen, für jedes Auge trennte, kann ich nun selbst beweisen, dass beydes doch nur Grade Eines und Desselben waren, wie schon bey kleinen Electrisirmaschinen,

---

nig Oxyd vorfanden, und die Wirkung sich fast gleich geblieben war, (s. *Journ. de phys.*, Messidor XI. p. 77.), Unterschiede indess, die nicht sowohl von der Verschiedenheit des Apparats als solchem, als von der verschiedenen Flüssigkeit u. s. w., die in beyden angewandt wurde, herrühren können. Man fülle HAUFF's Apparat auf ALLIZEAU's, oder ALLIZEAU's auf HAUFF's Art, und sie werden gleiche Resultate geben.

Haben jene Commissarien aber auch die Salmiakauflösung zur Füllung des HAUFF'schen Apparats in gröster Reinheit angewandt? — HAUFF sagt ausdrücklich: „*Notandum tamen est, hunc eventum non obtineri, nisi liquor, quantum fieri possit, purissimus adhibeatur. Etc.*" (S. dessen *Commentatio*, p. 19.)

Ich habe so eben einen solchen und sehr schönen Apparat von Hrn. HAUFF erhalten, der mir in kurzem alles verificiren soll, was zu verificiren ist, und ich erwarte um so mehr von ihm: —

Da mir auch eine andere Angabe HAUFF's, die seiner „Interpolationsmethode," (s. GILBERT's Annalen, B. XV. S. 85.), auf eine Weise in Bestätigung gegangen ist, dass ich es mir nur schwer zu erklären weiss, wie gerade VOLTA, und nach Versuchen, (s. d. a. O. S. 89.), gar nichts finden musste: —

Wenn auch gerade die Folge von Zink, Kupfer, Zink, Kupfer, nicht allemal schon die beste ist, sondern Zink, Zink, Kupfer, Kupfer; drey Zink, drey Kupfer; (oder auch nur doppelt so dickes, dreymal so dickes, Zink und Kupfer) u. s. w., in vielen Fällen noch stärker wirken. Ich habe, um über diesen Gegenstand aufs mög-

grosse Spannung mit geringer Energie und Succession, bloss Schläge u. s. w., und doch bey einer noch weit kleinern VOLTAischen Säule oder guten einfachen Kette, eine sehr kleine Spannung mit grosser Energie und Succession, beynahe bloss che-

---

lichste ins Klare zu kommen, wohl über 100 verschiedene Säulen, verschiedener Construction, doch so, dass die Endglieder jeder Lage beständig dieselben blieben, gebaut und vergleichend untersucht, und die ganze Reihe, bald mit Wasser, bald mit Kochsalz- oder Salmiakauflösung u. s. w., durchgearbeitet, und diese in den verschiedensten Dimensionen dabey angewandt. Als Resultat daraus will ich hier bloss anführen, dass, vorerst beym Bau mit Wasser; Zink, Silber, Zink, Silber; oder Zink, Kupfer, Zink, Kupfer; nur in sofern stärker als Zink, Silber; oder Zink, Kupfer; wirkt, als erstere Verbindung die Zink- und Silber- oder Kupferfläche jeder Lage, welche mit dem feuchten Leiter in Conflict kommen, weiter von einander entfernt hält, — „sperrt," — als letztere. Alles, was von Leitern erster Klasse dieses thut, bewirkt auch die nemliche Verstärkung der Action; der Spannung, des Schlages, der chemischen Wirkung u. s. w., und es kommt hierbey sogar nicht etwa bloss auf die Masse des Metalls als Masse an. Zwischen Zink und Silber oder Kupfer gebrachte Zink-, Silber- oder Kupfer- oder andere Ringe und Glieder thun das nemliche, wiewohl mit einigem Unterschied nach der Substanz dieser Ringe oder Cylinder, und den respectiven Massen des Plattenpaars selbst. Je höher aber der Cylinder, desto mehr wächst Spannung, Schlag, chemische Wirkung u. s. w.

Lässt man das Plattenpaar, wie es ist, und nimmt die feuchten Pappen dicker, oder von Pappen gegebener Dicke immer mehrere, so steigt, wie durch jene Sperrung das Metallpaars selbst, die Spannung; der Schlag und die chemische Wirkung aber nehmen ab, (wenn

mische Wirkung u. s. w., giebt; und die zuletzt geäusserte Vermuthung, die ich auch, in dem Sinne, indem ich sie damals verstehen konnte, noch immer nicht zurücknehme, will ich, und in Bezug auch auf Alizeau und Hauff, nur gegen-

---

nemlich die Feuchtigkeit Wasser ist; denn ist sie Kochsalz- oder Salmiakauflösung, so steigt, für jede Flüssigkeit bis zu einem eignen durch sie bestimmten Grade, alle Action, und erst, wenn man diese durch zu viele Pappen überschritten hat, sinkt erst der Schlag, und dann die chemische Wirkung; die Spannung aber wächst fort).

Mit jeder andern Flüssigkeit nehmen auch alle Phänomene einen andern Gang, und es geht nicht an, von dem Verhalten bey einer Flüssigkeit, auf das bey anderer so gerade zu zu schliessen. Um nur eines zu erwähnen, fand ich fünf zugleich angefangene und zugleich vollendete Säulen mit Brühe aus Kochsalzauflösung, Lacmusdecoct und Galle, wovon *A* aus Zink, Kupfer, einer Pappe, *B* aus *Z.*, *K.*, *Z.*, *K.*, einer Pappe; *C* aus *Z.*, *Z.*, *K.*, *K.*, einer Pappe; *D* aus *Z.*, *K.*, drey Pappen; und *E* aus *Z.*, *K.*, *Z.*, *K.*, drey Pappen; bestand, *B*, *C* und *D* aber gleich hoch waren, die Spannung in der Ordnung: $E \geqslant D \geqslant A \geqslant B \geqslant C$; den Schlag mit halbfeuchten, dann ganz nassen Händen, (ein, wenn auch nicht hier, doch sonst oft sehr wichtig werdender Unterschied), in $D \geqslant A \geqslant E \geqslant B \geqslant C$; die chemische Wirkung (bey 1 Linie Golddrathdistanz in Wasser) in $D \geqslant A \geqslant E \geqslant B \geqslant C$: und die Verbrennungen in $B \geqslant C \geqslant A \geqslant D \geqslant E$; bey fünf ähnlichen, aber mit kalter concentrirter Salmiakauflösung gebauten Säulen gleich nach Vollendung des Baues, die Spannungen in $A \geqslant D \geqslant E \geqslant C \geqslant B$; den Schlag bey trockenen Händen in $D \geqslant A \geqslant B \geqslant C \geqslant E$; bey halbfeuchten Händen aber (s. oben) in $A \geqslant E \geqslant D \geqslant B \geqslant C$; die chemische Wirkung

wärtig mit der neuen Frage schützen: ob, von dem blossen fast neutralen Nebeneinanderseyn Zweyer Körper, bis zu ihrem vollen sogenannten chemischen Process, es denn keine Mittelstufen gebe, die weder das eine, noch schon buchstäblich das andere seyen, ohne doch, ihrem Wesen nach, vom vollen chemischen Process an innrer Dignität so wenig unterschieden zu seyn, als ein chemischer Process vom andern? — Wenn ich zeigen werde, dass Leiter zweyter Klasse nur einer untergeordneten Bedingung

---

in $D \geq A \geq E \geq C \geq B$; (— Hauff's interpolirter Apparat mit Salmiakauflösung verhält sich zum nicht interpolirten, wegen seiner weiten Zellen, weit mehr wie D zu E, als wie B zu A —); und die Verbrennungen in $B \geq A \geq C \geq D \geq E$. U. s. w.

Schon aus diesen wenigen Daten sieht man, welches weite Gebiet von den mannichfachsten Combinationen sich mir öffnen musste. Es hat bey seiner Verfolgung eine Menge der überraschendsten Resultate geliefert, die aber fast alle der Zurückführung auf die sehr einfachen Gesetze der electrischen Wirkungskreise fähig geworden sind, nachdem sie vorher nichts, als eben so viele Widersprüche gegen die Voltaische Spannungsreihe und deren Gesetze, (die ich mir zum Ueberflusse während dieser Untersuchung noch durch Säulen von 100 Lagen Messing, Kupfer, Zink; Silber, Messing, Zink; Silber, Kupfer, Zink; Silber, Messing, Kupfer; alle aber ohne die geringste Feuchtigkeit, und die, bey gleicher Endigung gegen jedes Reagens Null waren, vergewisserte), zu bilden schienen. Man wird sich für dieses Feld von Versuchen, wenn man es im Detail erblicken wird, besonders interessiren, da es von grossen Folgen für die Anwendung auf viele paradoxe Erscheinungen seyn wird.

wegen, im Kreisse der Säule Oxygen und Hydrogen nur bleibenden Geschiedenheit geben: dass diese Bedingung für ihre Leitung keine wesentliche (vergl. bereits GILBERT's Annalen, B. IX. S. 302.) sey, indem sie sich entfernen lasse, und die Leitung doch, und auch als Leitung zweyter Klasse noch, da sey, (Resultate, auf die sämmtlich mich ein tieferes Eindringen in den Mechanismus der electrischen Leitung überhaupt, geführt hat); wenn ich ferner zeigen werde, warum, obgleich nach allen bisherigen Ansichten nicht mehr als bloss Zwey Glieder vorhanden sind, doch schon das Einzelne Metall, mit der Einzelnen Säure für sich, den nemlichen Process, die nemlichen Producte desselben, giebt, die nachmals in der Kette und Säule auch nur zugegen sind, und hier als ihr Process, als Producte dieses ihres — Galvanischen — Processes, erscheinen; und endlich, warum überhaupt nur schon zwey Körper allein irgend einen chemischen Process unter sich beginnen können: dann wird sich finden, was jene Mittelstufen *) wohl seyn können; dass sie wirklich Statt haben, und dass alles, wozu nach jetziger Ansicht schlechterdings ein chemischer Process erfordert wird, und doch nicht zu finden ist, auf Rechnung dieser, als dynamischer Aequivalente des genannten Processes selbst, zu bringen sey.

---

*) Wie früh schon die blosse Analogie auf dergleichen hinwies, sehe man in m. Beyträgen, B. I. St. 3. S. 143.

Wir lassen uns also nicht stören, unserm vorhin gefundenen Satz die allgemeine Gültigkeit zu lassen, zu der er sich anliess. Selbst der, der wirklich sich stören liesse, wird bekennen, dass er bey weitem die Majorität für sich habe, und wir wollen noch als probate Erfahrung hinzusetzen, dass, wenn ein Princip, eine Hypothese, eine sehr grosse Menge von Thatsachen vollkommen erklärt, eine sehr kleine Menge offenbar zu Einem Gebiet mit jenen gehöriger aber nicht erklären will, es in den meisten Fällen bloss davon kommt, dass die Natur die Ansicht besser durchzuführen verstand, als wir.

Wir kommen ganz auf unsern Gegenstand zurück. Ohne chemische Wirkung, die wenigstens Ein Glied der Kette mit dem feuchten Leiter schon ausserhalb der Kette beginnt, ist diese Kette selbst, auch bey sonst bester Construction, doch ohne Wirkung.

Eine Kette dieser Art, ohne alle Wirksamkeit, aber ist eine solche, wo alle Glieder derselben sich als Glieder Einer Klasse, Einer Spannungsreihe, verhalten.

Man untersuche jede andere Art richtig aus drey heterogenen Leitern bestehender, dabey aber völlig unwirksamer Kette, und beständig wird man finden, dass sie entweder aus drey Leitern, die alle von der ersten Klasse, oder aus drey Leitern, die

alle von der zweyten Klasse s), besteht, jedesmal also nur Glieder Einer Klasse enthielt.

Warum keine Wirkung da ist, weiss man ebenfalls. Die Spannung von Zink und Eisen, z. B., plus der Spannung von Eisen und Silber, ist gleich der Spannung von Zink und Silber unmittelbar zusammengebracht t). Sämmtliche Spannungen halten sich das Gleichgewicht, und nirgends bleibt eine zu irgend einem Antheil übrig, dem nicht das Gleichgewicht gehalten würde, und somit in seiner Aufhebung, wie z. B. bey Zink, Silber und Wasser, in diesem, und seiner, den Spannungsgesetzen gemässen beständigen Wiedererscheinung zu neuer Aufhebung im Wasser, einige Action geben könnte. Eben so ist z. B. eine Kette von Kali (*a*), Salpetersäure (*b*) und Wasser (*c*), ohne alle Wirkung, und da doch jede zwey Glieder dieser, bey ihrer Zusammenkunft electrische Spannung setzen, so muss man schliessen, dass auch hier die Spannung von *a* und *b*, plus der von *b* und *c*, gleich sey der von *a* und *c*, weil, wenn das nicht wäre, nothwendig Action da seyn müsste u). Schon von hier aus, muss man schliessen,

---

s) Vergleiche Gilbert's Annalen, B. IX, S. 254.

t) Vergleiche Volta daselbst, B. X, S. 403.

u) Ein Factum, was bescheinigt durch unendlich viele andere seines Gleichen, eine Wahrheit schon hier klar darthut, an welcher der Chemie um so mehr gelegen seyn muss, je weniger sie, wo sie allgemein seyn wollte, darauf Rücksicht zu nehmen schien; diese: dass der

dass, eben so wie die Leiter erster Klasse, auch die der zweyten Klasse unter sich, eine Spannungsreihe bilden, und dass von ihr dieselben Gesetze gelten, wie von jener. Einen ersten Anfang einer solchen Reihe geben VOLTA's Versuche in *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 79., nach welchen Salpeterauflösung, Kalkmilch, und starke alkalische Lauge, mit Wasser beständig negativ werden, indess dieses positiv wird.

Sieht man nun ferner, dass drey Körper, aber nicht aus Einer, sondern Zwey verschiedenen Klassen, wie Silber, Gold und Salzsäure; Gold, Platina und Salpetersäure u. s. w., welche Körper alle unter einander, ausgemacht je zwey zu zwey, in ein electrisches Spannungsverhältniss treten müssen, zur Kette verbunden, auch nicht das mindeste von Wirkung geben, so ist man ohne weiteres genöthiget zu schliessen, dass auch ihre Spannungen sich vollkommen das Gleichgewicht halten, weil, wenn dies nicht der Fall wäre, durchaus Action da seyn müsste.

Diese Haltung des Gleichgewichts mehrerer Spannungen ist aber das, was jede Spannungsreihe characterisirt, und da Zwey Spannungsreihen nur insofern verschieden

---

Process der Neutralisation, von demjenigen chemischen Process, der zwischen Gliedern „differenter Klassen" in der Kette und Säule Action stiftet, total verschieden ist. Wir werden in der Folge mehr hierüber zu sagen haben.

seyn könnten, als zwar ihr Gesetz dasselbe, ihr Conflict aber ohne dieses Gesetz wäre, wir in ihrem Conflict aber, unter gehörigen Bedingungen, dieses Gesetz nicht vermissen, so müssen wir folgern, dass, unter diesen Bedingungen, alle Körper, welche Glieder der Kette waren, nur Glieder Einer und Derselben Spannungsreihe sind.

Aber, haben wir oben gesehen, dass auch die sogenannten Leiter der zweyten Klasse unter sich eine Spannungsreihe bilden; haben wir ferner aus der Unwirksamkeit von Ketten aus Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure, Wasser und Gold oder Platina, wo doch gewiss die Säure mit dem Wasser, in electrischer Hinsicht, nichts anderes thut, als was sie auch in der Spannungsreihe der Leiter zweyter Klasse selbst gethan haben würde, in Verbindung mit dem vorigen zu finden, dass Leiter zweyter Klasse in Ketten, wo sie mit Leitern erster Klasse zusammen sind, indem sie sich mit diesen wie Eine Klasse verhalten, und folglich auch diese mit ihnen, so führt uns dieses zu der Entdekkung eines für die ganze neuere Electricitätslehre höchst wichtigen Satzes, dessen:

Dass die ganze Spannungsreihe der Leiter erster Klasse, und die ganze Spannungsreihe der Leiter zweyter Klasse, ursprünglich nur Eine Einzige Spannungsreihe, Eine Einzige Klasse, bilden; —.

Dass es also ursprünglich überhaupt nur Eine Spannungsreihe giebt, die Alle Leiter der Electricität in sich begreift, welche wir je haben kennen lernen; —

Und dass somit von verschiedenen Klassen, als etwas an sich Bestehendem, künftig die Rede nicht mehr seyn kann; — wenn wir auch die Ausdrücke: erste und zweyte Klasse, als einmal vorhanden, mit beständiger Erinnerung an ihre relativ gewordene Bedeutung, bequemer Weise fortgebrauchen.

Welches diese ihre relative Bedeutung sey, wollen wir sogleich sehen.

Volta's Unterscheidung sämmtlicher Leiter der Electricität in zwey Klassen, war einer der glüklichsten Blicke, die je ein neuerer Physiker in die Natur gethan hat. Ihr verdanken wir alles, was wir von Theorie über Kette und Säule besitzen, ja diese Säule selbst. Eine Theorie der beyden Klassen selbst aber, hat Volta nie geliefert, auch hat man keine Spur, dass er dies je gewollt habe. Er nahm die Körper nach ihrem Verhalten im Versuch, wie wir, aber ich weiss keinen Fall, wo ihm die Beobachtungen entstanden wären, die ich oben aufführen konnte. Auch brachte sie seine Art von Versuchen nie mit sich. Zweyte Klasse nannte er anfangs bloss, was mit erster, die zunächst durch die Metalle besetzt war, wirksame Ketten gab; später fand sich, dass sie es darum that, weil die

Spannungen, welche sie im Conflict mit der ersten gab, nicht mehr dem Gesetz Einer Spannungsreihe, (der der Metalle u. s. w.), entsprachen, irgend eine Spannung daher das Uebergewicht bekam, von welcher dann die ganze Wirkung der Kette ausging. An eine Spannungsreihe der Leiter zweyter Klasse unter sich scheint VOLTA x) nie im Ernst geglaubt zu haben, man kann daher sogar nicht einmal sagen, dass er selbst, der zweyten Klasse je eine ähnliche Dignität, wie der ersten, beygelegt habe. Auch ist ihm völlig entgangen, was jene Abweichung vom Gesetz der Spannungsreihe, die wirksame Ketten überhaupt möglich macht, begründet, und dies um so mehr, da ihm, wegen völliger Unbestimmtheit seiner Meinung von der zweyten Klasse, gar die Frage darnach nicht entstehen konnte.

Dies aber aufzuzeigen, wird uns jetzt ein Leichtes seyn.

Leiter der zweyten Klasse, verhalten sich mit Leitern der ersten, als Glieder Einer Klasse, sobald zwischen den Gliedern beyder Klassen nirgends chemischer Process vorgehen kann, und so lange er nicht vorgeht, ist die Kette ohne Wirkung. Aber sie ist von Wirkung, sobald zwi-

x) Man vergleiche PFAFF's und FRIEDLAENDER's französische Annalen, H. I. S. 15., und H. II. S. 34. u. f.; desgl. GILBERT's Annalen, B. X. S. 464., 448. u. f.

schen den Gliedern beyder Klassen, seyen es auch nur zwey, ein solcher vergeht. Gegenwart desselben, und Abweichung vom Gesetz der Spannungsreihe, coexistiren nicht, und da dies die einzige Coexistenz ist, welche man findet, auch der Grad des einen, dem Grad des andern völlig parallel geht, so muss in diesem chemischen Process der Grund jener Verletzung des Gesetzes der Reihe, der Grund des aufgehobenen Gleichgewichts sämmtlicher Spannungen, der Grund aller und jeder Galvanischer Ketten- und Säulen-Wirkung überhaupt, liegen.

Dieser chemische Process scheidet erst die grosse Eine Klasse in Zwey; macht erst zweyte Klasse; der Leiter „zweyter Klasse," der so lange mit der ersten Eine Klasse ist, als er mit ihrem Gliede keinen chemischen Process eingeht, wird erst zweyte Klasse, sobald er mit demselben diesen eingehen kann und wirklich eingeht.

Auch ist er nur so lange zweyte Klasse, als er in jenem chemischen Conflict mit dem Leiter erster Klasse ist; sobald er wieder aus demselben heraustritt, ist er wieder, was er vorher war, Glied Einer Klasse mit dem der ersten.

Auch darf er nur durch die Veränderung, welche er durch jenen chemischen Process erleidet, zuletzt unfähig werden, einen solchen fortzusetzen, und alsogleich befindet er sich auch wieder im Zustand Erster Klasse, und das noch in derselben Kette oder Säule selbst, wo er vor wenig Stunden Zweyte

Klasse war; und es gehört hieher zum wenigsten der grösste Theil der Phänomene des sogenannten Von-selbst-Aufhörens oder des Absterbens vieler Säulen, ohngeachtet es an Feuchtigkeit auch ganz und gar nicht fehlt, und alles noch im besten Zustand ist.

Jede bloss aus Leitern Einer Klasse bestehende Säule zeigt keine andere Spannung, als die ihre beyden äussersten Endglieder, auch ohne die ganze Reihe von Zwischengliedern, bey unmittelbarer Verbindung zeigen würden. Nur insofern der feuchte oder die feuchten Leiter in einer Säule, wirklich zweyte Klasse werden und sind, zeigt die Säule eine grössere Spannung als diese, und zeigt sie in dem Grade grösser, in welchem das Gleichgewicht der Spannungen, was Folge der Behauptung des Gesetzes Einer Reihe ist, durch den chemischen Process des feuchten Leiters mit dem Metall u. s. w., gestört ist. In dem Grade, in welchem dieser Process, und damit jene Störung des Gleichgewichts, abnimmt, fällt auch die Spannung der Säule, und sie wird als Säulenspannung Null, wenn er ganz aufgehört hat.

Säulen, die von sehr hoher Spannung, wirklich bis zum Null derselben herabkommen, sind die ihres schnellen Aufhörens wegen genug berüchtigten Säulen mit Salmiakauflösung. Aber wenn man sie, nachdem sie diese Null erreicht haben, aus einander nimmt, findet man auch die dem Zink zugekehrte Seite der Pappe ganz mit salzsaurem Zink

durchzogen, der also so wenig auf den Zink mehr zu wirken vermag, als das Kupferammoniak auf der dem Kupfer zugekehrt gewesenen Seite auf dieses. Bringt man solche abgestorbene Salmiaksäulen in den Kreiss anderer, die noch wirksam sind, so leiten sie, und nach jeder Richtung, fast so gut als Metall, und waren sie reinlich gebaut, so findet man auch zwischen keinen einzigen zwey Metallplatten Flüssigkeit.

Nimmt man eine solche abgestorbene Salmiaksäule aus einander, und schichtet sie schnell aus den nemlichen Platten und Pappen wieder auf, doch so, dass die Zinkseite jeder Pappe jetzt zur Kupferseite, und die gewesene Kupferseite einer jeden jetzt zur Zinkseite wird, so hat man sogleich wieder einige Spannung, Schlag, chemische Wirkung u. s. w. Aber, an die Stelle des auf den Zink vorher keine Wirkung mehr vermögenden salzsauren Zinks, ist jetzt Kupferammoniak gekommen, auf welches wohl der Zink so lange zu wirken vermag, bis das Kupfer reducirt ist: und so lange wirkt auch die Säule jetzt wieder. Ist dies geschehen, so steht sie wieder still.

Hat ferner eine Salmiaksäule aufgehört zu wirken, so findet man gewöhnlich in keiner Stelle der getrennten Pappe mehr reinen unzerlegten Salmiak; sie ist in dieser Hinsicht durch und durch wie ausgesogen. Dies hat mir ein Mittel an die Hand gegeben, Salmiaksäulen von längerer Wirksamkeit zu bauen, indem ich bloss statt einfacher Pappe, zwey-, drey -, vier - und mehrfache Pappe anwende. Dann

dauert es weit länger, bis der an der einen oder andern Grenze der Pappe mit dem Metall zersetzte Salmiak durch keinen neuen unzersetzten mehr ersetzt, oder wenigstens wieder damit vermischt werden kann, und je mehr Pappen ich nehme, desto langsamer sinkt Spannung, Funken, Schlag und chemische Wirkung, desto länger erhalten sich alle, und desto später kommt die Säule ganz auf Null zurück. Nur bey allzuvielen Pappen, wie bey acht und zwölf, findet man, der erschwerteren Communication wegen, nachdem die Säule Null geworden, in den mittleren Pappen noch ganz reinen Salmiak, und man kann die Säule wieder zur anfänglichen Wirksamkeit bringen, wenn man die äusseren Pappen nach innen, und die innern noch reinen Salmiak enthaltenden an ihre Stelle nach aussen bringt.

Auch Alaun-, Potasche- und andere Säulen geben dieselben Phänomene, nur dass hier die Producte, welche nicht mehr auf die Metalle wirken können, nach der Natur des angewandten Salzes verschieden sind. Selbst Kochsalzsäulen nehmen, obschon die Pappe nass genug zurückbleibt; und ich ihr völliges Kommen auf Null der Spannung u. s. w. nie ganz abgewartet habe, doch ebenfalls im Verlauf mehrerer Tage an Spannung, Funken, Schlag und chemischer Wirkung ab, und man verzögert, wie bey den Salmiaksäulen, diese Abnahme, durch die gleiche Vermehrung der Pappen zwischen jeden zwey Plattenpaaren. Ja sogar Wassersäulen befolgen diesen Gang, nur noch

weit langsamer, wie die mit Kochsalz und vollends wie die mit Salmiak, nur dass, statt dass, wie oben bereits gelegentlich angeführt wurde, bey Salmiak und Kochsalz, aus andern Gründen, man, zu sogleich von Anfang an stärkerer Wirkung, wenn gleich der herrschenden Meinung ganz zuwider, bis zu einem gewissen Punkt die Pappen nicht dick genug, ihrer nie zuviel, nehmen kann, bey Säulen mit Wasser, die, wenn gleich nachher sich länger haltende, Wirkung, doch, bey dickeren oder mehreren Pappen, sogleich von Anfang an weit schwächer, als bey dünner oder einfacher Pappe, ist. — Aus welchem allem sich zugleich die so vorzügliche Wirkung aller Trog-, Zellen-, Becher- und Flaschenapparate, erklärt, weil bey ihnen die Zwischenräume zwischen jeden zwey Lagen gewöhnlich um vieles grösser, als bey Säulen, sind; und auch, dass sie weit länger, als die gewöhnlichen Säulen, wirken, weil die in jedem Moment zersetzte Flüssigkeit sich sogleich ganz frey wieder von der Platte entfernen, und neuer unzersetzter Platz machen kann, so lange überhaupt noch etwas dergleichen da ist, was Allizeau sogar, und sehr glücklich, durch ganze Magazine von Salz sichert, die neben der Auflösung desselben noch in jeder Zelle aufgeschüttet sind, und von denen aus, selbst, wenn alle anfangs vorhandene Salzauflösung zersetzt wäre, die Zelle doch beständig wieder mit neuer versorgt wird *y*).

y) Einen neuern noch vortheilhaftern Apparat von A.

Wo aber das Aufhören der Wirkung der Säulen vor allem, und in sehr kurzer Zeit instructiv wird, ist bey den im vorigen Abschnitte erwähnten Säulen aus Salpetersäure, Wasser und Eisen. Diese Säulen sind, höchstens nach einer Stunde; meistens aber schon nach einer guten halben Stunde; völlig ohne Spannung und durchaus todt. Nimmt man sie gleich darauf aus einander, so findet man die Säure vollkommen mit Eisen gesättiget, und dies salpetersaure Eisen wirkt auf kein metallisches Eisen mehr. Nimmt man sie irgend früher aus einander, so findet man auch diese Sättigung noch nicht vollendet, und in dem Maasse, als die Säure vorsticht, hat auch die Säule noch Spannung gehabt, und gewirkt. Die äussere Fläche der Wasserpappe aber ist, wenn man sonst reinlich gebaut hat z), noch ganz ohne Säure, nothwendig aber ist dies Wasser mit Hydrogen beladen; was an und für sich nicht auf das Eisen wirken kann; und zugleich auch jede Oxydation, die das Eisen mit dem Wasser eingehen wollen möchte, hindert. Man sieht zwey Flächen, von denen keine weiter auf das Eisen wirken kann, die Spannung der (mit gleichem Eisen endenden) Säule ist Null; alle Leiter sind zu Einer Klasse zurückgekommen.

LIZEAU's Erfindung beschreibt IZARN in s. *Manuel du Galvanisme*, p. 199 — 202.

z) Zum Bau solcher Säulen werden drey Personen erfordert, wovon die eine das Eisen, die zweyte die salpetersaure, und die dritte die Wasserpappe, auflegt.

Was auch bey diesen Säulen die grössere Masse der Salpetersäure und des Wassers thun würde, zeigen bereits Davy's hierher gehörige Beobachtungen a).

Ich bin überzeugt, dass jeder feuchte Leiter, der auf keines der beyden Metalle wirkt, dass jede zwey feuchte Leiter, die auf das eine Metall, womit sie geschichtet werden, ganz und gar keine chemische Wirkung äussern, auch nicht das Mindeste von Säulenspannung u. s. w. geben werden, und dass jede Säule dieser Art, auch im besten Falle nur wirken wird, wie ihre beyden äussersten Endglieder ohne alle übrigen, unmittelbar verbunden. —

Und so glaube ich denn alles gethan zu haben, was zur Zeit möglich war, und man von mir fordern konnte, wenn ich den gewiss sehr unerwarteten Satz, dass ursprünglich alle Leiter der Electricität, die festen wie die flüssigen, die trocknen wie die feuchten, nur Eine grosse Spannungsreihe bilden, nur Glieder Einer grossen Klasse sind, nicht vergeblich wollte ausgesprochen haben.

Ich habe die Umstände nachgewiesen, unter denen diese eine Klasse erst in die zwey zerfällt, erst zu den zweyen wird, die man bisher unter den Namen der ersten und zweyten aufgeführt hat. Ich habe gezeigt, dass diese Umstände keine anderen sind, als der chemische Process, der zwi-

a) S. Gilbert's Annalen, B. XI. S. 393.

schen irgend zwey Gliedern jener grossen Einen Reihe vorgeht.

Wie dieser chemische Process aber die Spannung, welche ohne ihn je zwey Glieder behaupten würden, abändert? — Dies ist eine Frage, die wir hier bloss im Allgemeinen beantworten wollen.

Wenn + *E* nur auf — *E*, und nie auf — *M*(agnetismus) z. B., wenn — *E* beständig nur auf + *E*, und nie auf + *M* (u. s. w.) wirken kann, und in der That nicht, wenigstens nicht direct, darauf wirkt, so wird auch auf jene Spannung, gebildet bloss durch + und — *E*, nur wieder — und + *E* wirken können. Jener chemische Process muss also selbst von Electricitäts- (von electrischer Spannungs-) Setzung, begleitet seyn, die, nach den Umständen, die ohne ihn vorhandene Spannung, entweder, einer umgekehrten Lage oder Vertheilung zu Folge, schwächt, oder, was vielleicht auch möglich seyn könnte, einer gleichförmigen Lage oder Vertheilung zu Folge, steigert, wo dann in beyden Fällen das Spannungsgleichgewicht im Kreiss der Kette oder Säule aufgehoben, und damit die Action begründet ist, welche wir Galvanische nennen, und welche überall in nichts besteht, als in der continuirlichen Aufhebung des nicht balancirten Theils der vorhandenen Spannungen da, wo kein Spannungsgesetz sich seiner ferner annimmt, der eben so continuirlichen Wieder-Setzung dieses Span-

nungstheils, zu Folge der Behauptung des Gesetzes am Orte seines Ursprungs, zu neuer Aufhebung, u. s. w. Doch scheint, wenigstens in den allermeisten Fällen, die erstere Art der Wirkung des chemischen Processes auf die Spannung des Körperpaars, welche es ohne ihn haben würde, die, sie zu schwächen, Statt zu haben.

Warum dies aber? — Ohne Zweifel aus keinem andern Grunde, als weil der chemische Process, der zwischen den zwey gegebenen Kettengliedern „verschiedener Klassen" Statt haben muss, damit Action in der Kette zugegen sey, seine Spannung, von der die beyden Körperindividuen die Träger oder Zeiger sind, gegen diese beyden beständig so gelagert giebt, dass allemal dieselbe eine Electricität, derselbe eine Pol, dem Körper „erster" und dieselbe andere Electricität, derselbe andere Pol, dem Körper „zweyter Klasse" zufällt: die Spannung aber, welche beyde Körper sich, ohne allen solchen chemischen Process, zu setzen haben, zum wenigsten in den allermeisten Ketten und Säulen, mit deren Action wir in unsern Versuchen umgehen, beständig so fällt, dass jederzeit der Körper erster Klasse, zu Folge dieser Setzung diejenige Electricität, denjenigen Pol erhält, die oder der dem direct entgegengesetzt ist, welchen der genannte Körper zweyter Klasse zu Folge jener, mit chemischem Process, oder von ihm herkommenden, Spannungssetzung erhält.

Untersuchen wir die Natur des chemischen Processes, dessen Gegenwart zur Action der Kette bedingt ist, so zeigt er sich uns in allen Fällen, wo die Bestimmung noch gelang, als ein Oxydationsprocess des Leiters erster Klasse durch das Oxygen des Leiters zweyter Klasse, dessen Hydrogen entweder die Flüssigkeit bloss schwängert, oder nach vollendeter Schwängerung dieselbe verlässt, oder auch von ihr durch neue Verbindungen mit dem oder jenem Gehalttheil dieser Flüssigkeit condensirt wird b), (welche neue Verbindungen dann wohl zuweilen selbst wieder mit dem so eben auf der andern Seite entstandenen Oxyd in neue Verbindung zu gehen im Stande sind u. s. w.); kurz: jederzeit fällt bey diesem Process, der ein chemischer, und zwar ein Oxygenationsprocess ist, für den Leiter erster Klasse Oxygen, und für den Leiter zweyter Klasse Hydrogen, und schon dieses zeigt, dass, wenn irgend Oxygen und Hydrogen mit + und — *E* selbst in irgend einem Verkehr stehen, ... und in welchem äusserst, und kaum so geahnet nahen Verkehr sie wirklich unter einander stehen, darüber wird, ausser allem dem, was schon da ist, einst noch gar viel zu sagen seyn, ... auch die Lagerung der Electricitäten, deren polarischer Unterschied die Spannung ausmacht, von der der chemische oder Oxydationsprocess begleitet ist, der zu einer Action bis zur Bedingung derselben

b) Vergleiche oben.

nöthig ist, beständig so ausfallen müsste, dass in allen und jeden solchen chemischen oder Oxydationsprocessen, der Leiter erster Klasse oder der sich oxydirende, beständig dieselbe eine Electricität, und wieder der Leiter zweyter Klasse oder der, das zu dieser Oxydation jenes gehörige Oxygen hergebende (und dadurch selbst desoxydirt werdende) Körper, dieselbe andere Electricität erhalte.

Welcher Art aber ist die Electricität, welche in solchem chemischen oder Oxydationsprocess der Leiter erster Klasse oder der sich oxydirende Körper, und welcher die, welche der das dazu nöthige Oxygen hergebende, und darum desoxydirt, hydrogenirt werdende, oder Hydrogengas u. s. w., gebende Körper, so constant dabey erhält? — Auch diese Frage wird sich lösen, und dabey zugleich sich zeigen, dass, was wir vorhin bloss Schwächung der ohne chemischen Process vorhandenen Spannung, durch die mit ihm eintretende umgekehrte nannten, nicht allein in völlige Aufhebung jener, sondern sogar in wahre Umkehrung derselben, in ein mehr oder minder, und oft sehr grosses Uebergewicht letzterer über erstere, übergehen könne.

Die Versuche, welche VOLTA über die Electricität angestellt hat, die Wasser mit Metallen erhält c), lehren sämmtlich, dass das Wasser posi-

c) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 75.

tiv und das Metall negativ werde. Die Spannung ist um so höher, je oxydirbarer das Metall ist, so dass mit diesem Wasser unter allen Metallen Zink am stärksten negativ, Wasser am stärksten positiv wird. Eben dieses Wachsen der Spannung mit der Oxydabilität des Metalls, dem im Versuche selbst also auch die stärkste Oxydation, als gerade der chemische Process, von dem wir sprachen, entsprechen musste, zeigt an, dass dieser chemische oder Oxydationsprocess, in den Wasser mit Metallen treten muss, und als solcher, eine Spannung zum Begleiter habe, deren Pole so gelagert sind, dass der Zink, oder überhaupt das Metall oder der Leiter erster Klasse, der sich dabey oxydirt, oder doch es zu thun beginnt, dabey — E, das Wasser oder der Leiter zweyter Klasse hingegen, als der, welcher das Oxygen zu jener Oxydation hergiebt, und dadurch, aus Ursache des Auftritts des Hydrogens in ihm, selbst, desoxydirt wird, dabey + E erhalte.

Das Wasser, und nichts anderes, ist es aber, aus dem alle Leiter erster Klasse, überhaupt alle oxydirbaren Metalle und auch Nichtmetalle, wenigstens auf nassem Wege, wie denn dieser in der Kette und Säule bisher beständig allein Statt hatte, einzig und allein oxydirt werden; eine Wahrheit, die, wenn man auch gar nicht an die unendlichen Bestätigungen derselben durch den Galvanismus denken möchte, doch wenigstens schon seit dem herr-

lichen über Verdienst wieder in Vergessen gerathenen Werk der Engländerin Fulhame über die Verbrennung [d]), was gleichsam die Vorrede zum chemischen Theile des Galvanismus gebildet hat, nicht mehr neu seyn sollte. Was also geschieht, wenn Metalle mit reinem Wasser zusammengebracht werden, wird auch geschehen müssen, wo Metalle oder Leiter erster Klasse mit Wasser enthaltenden anderen Leitern der zweyten Klasse in Conflict kommen, so wie denn überhaupt alle Leiter der zweyten Klasse, nur ihres Wasserantheils wegen, Leiter dieser Klasse sind, oder, da diese Klasse selbst keine ursprüngliche, sondern eine zufällige, erst im und durch den chemischen Process mit dem Leiter erster Klasse entstehende oder entstandene ist, dieser chemische Process aber, wie wir eben sahen, ein Oxydationsprocess ist, dieser aber, wie keiner auf nassem Wege, anders als durch Wasser vermittelt ist, sogar Wasser enthalten müssen, um der zweyte Klasse-Werdens fähig zu seyn, und wirklich welche zu werden.

Jederzeit also, da der Leiter erster Klasse immer und überall es zunächst nur mit dem Wasser, was entweder der Leiter „zweyter Klasse" selbst ist, oder, was für eine Substanz er auch sey, es doch enthält, zu thun hat, wird das in allen sol-

d) S. deren *Essay on Combustion* etc. London, 1794. 8. und meine Recension desselben in Scherer's Allg. Journ. d. Chem. B. I. S. 420 — 444.

chen von chemischen oder näher von Oxydationsprocessen begleiteten Conflicten Leiter verschiedener Klassen desoxydirt werdende Wasser des Leiters „zweyter Klasse," von diesem Process aus, und um seinetwillen, + *E*, positive Electricität, der Leiter „erster Klasse" aber, als der das Oxygen dieses Wassers aufnehmende Körper, und weil er dieses ist, — *E*, negative Electricität, erhalten müssen.

Die Spannung, welche zwey Leiter differenter Klassen in ihrem Conflict, sofern er chemisch oder ein Oxydationsprocess des Leiters erster Klasse ist oder wird, erhalten, ist also ganz nothwendig überall so gelagert, dass der Leiter erster Klasse, das Metall u. s. w., — *E*, der Leiter zweyter Klasse, das Wasser, die Säure, das Alkali, die Metallauflösung, oder was sonst es für ein Körper sey, + *E*, erhält.

Aber: diese Lagerung gedachter Spannung soll, so hiess es, und wenigstens in den allermeisten Fällen, die umgekehrte von der seyn, welche diese beyden Körper ohne chemishen Process, vielleicht auch nur gerade ohne einen solchen, einen Oxydationsprocess, beschriebener Art und Vertheilung, annehmen. Denn die Spannung, welche ohne diesen Process Statt hatte, war diejenige, welche der feuchte Leiter, der genau genommen, wie es hier geschehen muss, eben darum noch nicht zweyte Klasse war, dem Gesetz bloss Einer Reihe

gemäss hatte, und diese Spannung konnte nicht abgeändert, nicht vermindert werden, nicht Action in die Kette kommen, ohne Schmälerung, Aufhebung, oder auch gar Umkehrung, durch eine ihr diametral entgegengesetzte, wodurch nun erst eine der überhaupt im Kreiss der Kette vorkommenden Spannungen, bey Ketten aus zwey Leitern der „ersten" und einem der „zweyten Klasse" die der beyden ersteren, zur präponderirenden, und mit dieser ihrer Präponderanz, (abgesehen von der Leitung), das Moment der Action der Kette wurde und gab.

Wir bleiben wiederum beym Wasser stehen.

Es wird in Volta's gewöhnlichen Berührungsversuchen mit allen von ihm versuchten Metallen positiv, aber um so minder, je weniger dieses Metall oxydirbar, je näher es dem negativen Ende der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse liegt.

Schon dieses zeigt, dass jene Spannung, diese Art ihrer Lagerung nicht die seyn könne, die das Metall mit dem Wasser, ohne chemischen Process, bloss nach dem Gesetze Einer Klasse, Einer Reihe, zu geben hätte. Denn: wäre unter solchen Umständen, solchem Wegfallen des chemischen oder des Oxydationsprocesses, die Bestimmung des Wassers, mit allen Metallen positiv zu werden, so müsste es gerade mit dem Zink am wenigsten positiv, und immer positiver erst nachmals werden, je weiter das Metall vom Zink ab nach dem negativen Ende der Spannungsreihe

der Leiter erster Klasse, stände: wovon aber gerade das Gegentheil geschieht, Doch soll es, ohne chemischen Process, mit den Metallen das Gesetz Einer Reihe befolgen. Es muss also, wenn und da überhaupt doch eine seyn soll, eine der obigen ganz entgegengesetzte Spannung, eine ganz entgegengesetzt gelagerte, seyn. Ohne den chemischen Process würde demnach das Wasser mit allen Metallen $-E$, die Metalle aber sammt und sonders an ihm $+E$ zu erhalten haben, und zwar beyde gegenseitig um so mehr vom einen und andern, je weiter das Metall, z. B. vom Silber ab, nach dem positiven Ende der Reihe, dem Zink zu, liegt, oder mit andern Worten, im Allgemeinen, je oxydirbarer das Metall ist.

Man fragt, ob Versuche hierüber möglich seyen, da doch glaublich wohl bey jeder Zusammenkunft von Wasser und Metall, sich die Oxydabilität des letzteren gegen ersteres äussern, beyde somit Oxydation, und somit wieder, die für diesesmal ganz und gar nicht beabsichtigte Spannung, die mit diesem gegeben ist, einsetzen müssten? — Allerdings sind welche möglich, wenn es gleich blosse Annäherungen an das gewünschte Ideal wären, und man wird sogleich sehen, warum uns ganz vorzüglich zwey Arten einfallen, auf welche man zum Zwecke gelangen könnte.

Wie Volta es anfängt, um sein Metall, und besonders seine Flüssigkeit, den Leiter „zweyter" Klasse, zum Versuche vorzubereiten, damit er auf

dessen Erfolg, wie er ihn braucht, bauen könne, ist bekannt. Bereits in den Briefen an Gren *e*), und noch mehr in denen an Aldini *f*, lässt er sich weitläuftig darüber aus. Gewöhnlich kommen beyde Platten, die metallene, und die andere mit der Feuchtigkeit im gehörigen Grade getränkte von Leder, Holz, Papier, Pappe, oder sonst einer porösen Substanz, die an sich ein Nichtleiter wäre *g*), dabey in ruhige Berührung mit einander. Der chemische Process hat Zeit sich zu realisiren, und die Spannungen, die er zum Producte erhält, sind, wie wir oben sahen, diejenigen, welche diesem Process correspondiren, und von ihm abhängen. Wie, wenn er, entweder: beyden Platten nicht die Zeit liesse, die schlechterdings der chemische Process, um sich in seiner möglichen Totalität zu realisiren, bedarf *h*), etwa dadurch, dass er beyde

---

e) S. *Annali di Chimica*, T. XIV. p. 31 — 39., und m. Beyträge, B. I. St. 3. S. 68 — 73.

f) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 71 — 80., und meine Beyträge, B. II. St. 3.

g) Wirklich isoliren die meisten von Volta Halbleiter genannte Körper, als Marmor, Leder, Holz, Papier, Pappe, Wachstuch, Wachstafft, Federn, Ziegelsteine u. s. w., nach dem völligen Austrocknen so gut, wie Glas, dass also der Grad von Leitung oder Halbleitung, den sie im gewöhnlichen Zustande zu besitzen pflegen, nur ihrem Wassergehalt zuzuschreiben ist.

h) Allerdings bedarf fast jeder chemische Process eine solche Zeit, um sich in seiner möglichsten Stärke zu zeigen.

als er dies gewöhnlich noch thun kann, so dass zwar allerdings die Feuchtigkeit mit dem Metall in Berührung kommen muss, aber auch nur fast in solche, so dass, wegen zu überwiegender Adhäsion der Flüssigkeit an ihren Träger, dieselbe schon dadurch gehindert wäre, sich mit dem Metall in irgend einen chemischen Process, die kurze Zeit über, dass der Versuch dauert, einzulassen? —

Beydes hat VOLTA wirklich gethan, ohne dass man auch nur einen Fingerzeig hätte, dass er etwa für unsere Frage hätte arbeiten wollen. Um so mehr wird man seinen Versuchen, die fast durchaus nur nebenbey Beobachtungen lieferten, die er bloss bemerkte, weil sie eben doch da und zu bemerken waren, trauen.

Als Beobachtungen, auf dem ersten Wege erhalten, sehe man vorzüglich, was er in den *Annali di Chimica*, T. XIV. p. 35 — 39. in der Note sagt, wo das achte letzte Resultat der da angeführten Beobachtungen aussagt: „*Che del resto la semplice applicazione de' metalli a combaciamento di corpi non del tutto coibenti, ma neppure per molto umido troppo conduttori, di quelli cioè, ch'io chiamo semicoibenti, fa inclinare essi metalli, quali più, quali meno all' Elettricità negativa, E —; la pressione non più tanto alla negativa, anzi pure talvolta alla positiva, E +; le percosse più decisamente alla E +; e molto più ancora a questa E + lo stroffinamento, massime in costa.*"

„[illegible] 1 grado di E —: con una pressione [illegible] forte ancora 1 grado e 2 di E —: colla percossa meno di 1 grado della stessa E —, e [illegible], ed anche qualche grado di E +: e colla [illegible] immancabilmente un' E +, e sì di 3, 4, e più gradi. Il piattello di Zinco colla semplice [illegible] meno di 1 grado di E —: colla pressione 2, e 3 gradi di E +: colle percosse 4, e 6 gradi [illegible] di E +: finalmente 10, 12, gradi, e più ancora della medesima E + collo stropicciamento" i).

Und was den zweyten Weg betrifft, so sagt er in denselben *Annali* ec. T. XVI. p. 77 — 78. von sich selbst: „*Il* VOLTA *bagna i suoi piattelli di legno, sia nudi, sia coperti di carta, di pelle, od altro, li bagna e intrede d'acqua, o di quel liquore che intende provare, e li va quindi asciugando con carta grigia, finchè non lascia più segno visibile d' umido sulla medesima: allora sono atti alle prove; come pure lo sono, anzi meglio, lasciandoli asciugare da se, ma non seccare troppo; tenendoli qualche tempo in un ambiente discretamente umido, cioè tra gli 80 e 85 gradi dell' igrometro di Saussure a capello: l'umido di 90 gradi trova egli, che comincia già a pregiudicare. Così pure se si ascuighino trop-*

i) Vergleiche m. Beyträge, B. I. St. 5. S. 74 — 75.

po, esposti e. g. ad un ambiente al disotto di 75 o di 70 gradi dell' istesso igrometro, riescono men atti alle prove di cui si tratta; giacchè divenendo alquanto coibenti e idioelettrici non determinano più nè in tutti i piattelli metallici l'elettricità negativa, nè in ciascuno il respettivo grado di essa: insomma si alterano le cose in guisa, che le sperienze riescono equivoche, comparendo in alcuni metalli, singolarmente nel Zinco, l'elettricità positiva invece della negativa, ec." k). —

— Alles Resultate, die VOLTA selbst in Erstaunen gesetzt haben müssten, wenn ihm ihre Wichtigkeit so vor Augen gestanden hätte, als uns sie sich hier zeigt.

Denn da, bey verminderter und zuletzt fast aufgehobener Möglichkeit eines chemischen Processes, wie ihn Wasser mit Metall beginnen kann, und wir ihn oft genug beschrieben haben, in der That das Metall, was vorher durchaus negativ wurde, während das Wasser positiv, jetzt ganz im Gegentheile positiv wird, während folglich das Wasser negativ; da alle Metalle jetzt ohne Ausnahme positiv werden, und zwar vor allen der Zink am meisten: so ist es, wenn gleich der Versuch das Ideal selbst noch nicht erreicht haben sollte oder konnte, und vielmehr darum nur um so mehr, auch eben so wahrhaftig und gewiss, dass diejenige Spannung,

k) Vergleiche m. Beyträge, B. II, St. 3.

welche Metall und Wasser ohne chemischen, ohne einen Oxydationsprocess des erstern durch letzteres, zusammen bilden, so gelagert ist, dass, ganz wie wir es zu fordern hatten, wirklich und überall auf das Metall + *E*, auf das Wasser aber — *E* fällt.

Auch sehen wir noch überdies, was wir früher noch nicht im Factum selber hatten, dass das Wasser, dieser Mittelpunkt der Körper, ohne chemischen Process, in der That mit den Metallen Eine Spannungsreihe bilde, Einem Gesetz derselben folge. Und zwar lehren uns VOLTA's Versuche, dass es in dieser Reihe zum wenigsten noch über dem Silber stehe, indem es auch an ihm noch negativ, dieses mit dem Wasser noch positiv wird; eine Thatsache grösserer Bedeutung, als sie auf den ersten Anschein haben mag.

Doch sind wir bis jetzt noch beym Wasser stehen geblieben, und so viel damit auch gewonnen ist, da nie ein Leiter zweyter Klasse es wirklich werden kann und wird, es sey denn, dass er Wasser enthalte, so wird man dennoch wünschen, das Gesetz, was sich uns dargeboten hat, auch an andern Flüssigkeiten bestätigt zu finden.

Wir fangen bey den Alkalien an. Auch mit ihrer Auflösung getränkte Scheiben von Holz, Papier, Leder u. s. w., gehören zu denen, von welchen VOLTA vorhin fand, dass eine mindere Feuchtigkeit derselben, Ursach werden könne, dass diese Scheiben, mit Metallen zusammengebracht, nicht

mehr, wie bey gewöhnlicher Feuchte, positiv, sondern negativ werden. Er nennt von solchen Flüssigkeiten Kalkwasser oder - Milch, und starke alkalische (also Kali-) Lauge. Auch von ihnen gilt es daher, aus den jetzt bekannten Gründen, dass die mit chemischem Process vorhandene Spannung ihrer mit dem Metall, die umgekehrte sey von der bey beyder Conflict ohne jenen chemischen oder Oxydationsprocess. Auch sie sind gegen die ganze Reihe der Metalle unter letztern Umständen negativ. Diese Umstände aber sind die, unter denen sich die Körper beyder Klassen als Glieder Einer Reihe zeigen, auch sie stehen daher in dieser Einen Spannungsreihe über den Metallen.

Ja sogar über dem Wasser stehen sie, d. i., sie werden mit ihm noch negativ, während dieses positiv. Ich habe bereits oben Gelegenheit gehabt, diese spätere Beobachtung Volta's *l*) anzuführen. Aber Wasser und alkalische Flüssigkeit verhalten sich niemals als zwey verschiedene Klassen gegen einander, denn nie giebt ihre Verbindung in irgend einer aus drey sämmtlich nassen oder feuchten Körpern bestehenden Kette Action, was doch im Gegentheil seyn müsste. Was sie also geben, geben sie als Glieder der Einen grossen Klasse oder Reihe, von der wir in diesem Abschnitt überhaupt so oft sprachen.

---

l) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 79.

Auch stimmen hiermit die übrigen Beobachtungen Volta's über den Grad der Spannung, den gedachte alkalische Flüssigkeiten mit Leitern erster Klasse oder mit Metallen, da geben, wo ein chemischer Process zwischen beyden Zeit zu beginnen hat. „*Trovò il Volta, che generalmente i metalli dànno meno ai liquori salini* m), *ossia legni, carta, pelli impregnative, che ai medesimi corpi imbevuti d'acqua pura; che questa insomma e più disposta che gli altri umori a ricevere. Solamente lo stagno gli si è mostrato più disposto a dare agli alcali, e all' acqua o latte di calce, che all'acqua pura: ec.*" n). Eben, dass im Allgemeinen die Metalle mit diesen Alkalien minder negativ werden, als mit Wasser, zeigt, dass, ohngeachtet Wasser schwächer chemisch auf jene wirkt, als diese, ganz dem höhern Stande des Alkali u. s. w. in der Spannungsreihe gemäss, der Abstand zwischen Metall und Alkali in dieser grossen Einen Spannungsreihe von einander, und damit auch die ohne den chemischen Process beyden zugehörige Spannung, grösser als bey Metall und Wasser, seyn, und die neue, mit dem chemischen Process gegebene, umgekehrt liegende Spannung, weit mehr aufzuheben haben müsste, als bey Metall und Wasser. Erst wo der chemische Process sehr stark wird, wie beym Zinne, gelingt es ihm, seiner Spannung ein grösseres Uebergewicht zu ge-

---

m) Worunter auch jene alkalischen Flüssigkeiten begriffen sind.

n) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 74.

ben, als bey Metall und Wasser, und sicher würde Volta auch bey Alkalien und Zink die Spannung in seinem Versuche grösser als bey Wasser mit Zink gefunden haben, wenn er entweder den Versuch mit Zink auch angestellt, oder, wenn er, wie man wohl glauben muss, dies that, die Scheibe mit dem Alkali nicht vielleicht zufällig, (und hier leichter, als sonst wo, möglich), etwas zu trocken oder auch zu feucht gelassen und gehabt o) hätte: denn in einem Versuch mit Zink und Alkali, so gut als wie von Volta mit Zinn und Alkali angestellt, muss nothwendig die Spannung gleichfalls grösser wie bey Zink und Wasser seyn; wie schon dies beweisst, dass Säulen aus Zink, Kali und Wasser, an der Kali- und nicht an der Zinkseite positiv, und an der Zink- und nicht an der Kaliseite negativ, und so stark p), sind, wovon, wie man sich nach einer leichten Rechnung überzeugen kann, durchaus das Gegentheil Statt haben müsste, wenn die Spannung von Zink und Wasser das Uebergewicht hätte.

---

o) Oder auch das Alkali u. s. w. im nemlichen Grade der Concentration angewandt hätte; was, von welchem Einflusse dies sey, man bereits schon aus dem Vorigen gesehen haben kann, und aus der Folge noch mehr sehen wird.

p) Weshalb auch dieses Ueberwiegen der Spannung mit — vom Metall und + vom Alkali aus, nicht etwa der nur höchst kleinen (s. Volta in *Annali ec.* T. XVI. p. 79.) zu jener hinzukommenden, und, als gleichförmig gelagert, sich zu ihr hinzuaddirenden Spannung des Alkali mit dem Wasser wieder, zugeschrieben werden kann.

Auch die Säuren müssen sich, da wo und insofern sie auf das Metall, oder überhaupt den Leiter sogenannter erster Klasse, nicht chemisch wirken, sich als Leiter erster Klasse mit ihm verhalten, und wieder so, dass, wie beym Wasser und den Alkalien, die ohne den chemischen Process vorhandene Spannung, + für das Metall, und — für (den feuchten Leiter, hier) die Säure, die mit und aus ihm folgende aber — für das Metall und + für (. . . . .) die Säure giebt.

Das erstere haben wir oben bereits zur Genüge gesehen. Die Ketten aus Silber, Gold oder Platina, und Salzsäure, aus Gold, Platina, und Salpetersäure u. s. w. q), zeigten es uns.

Für das zweyte haben wir von VOLTA keine besonderen Versuche; es ergiebt sich indess vollkommen aus den bereits angeführten Thatsachen. Je concentrirter die Säuren, von einer gewissen Stufe an, sind, desto geringer ist ihre chemische Wirkung auf die Metalle, und in den meisten Fällen kann man so, sie bis fast zum Null chemischer Action, solcher nemlich vorerst, wie bey ihrer Verdünnung Statt hatte, zurückführen. In solchen Fällen sollten sie dann zeigen, wie die Span-

---

q) Auch Ketten aus reinem destillirtem Wasser, oxygenirter Salzsäure und Magnesiumoxyd, wirken, wie ich eben finde, selbst auf den empfindlichsten Frosch nicht. Bey Zink, Eisen, Silber, Kohle, Reissbley p. e. w. statt des Magnesiumoxyds ist die Wirkung sogleich sehr stark.

nung, in welche sie mit den Metallen ohne chemischen, ohne Oxydationsprocess dieser, treten, gelagert sey. Unmittelbare electrometrische Versuche also nicht, wohl aber Ketten und Säulen unter diesen Verhältnissen selbst, geben uns hier an, dass auch sie, die Säuren, in diesem Zustande mit allen Leitern erster Klasse negativ werden, letztere aber positiv. Man nehme eine Kette aus: .... Metall, Wasser, Nerv, Muskel, Muskel, Nerv, Wasser, concentrirter Salpetersäure ..., welche Kette, nach den bekannten Spannungsgesetzen, ein Aequivalent ist von: .... Metall, Salpetersäure. Wasser ..... Der Frosch befinde sich auf der letzten Stufe der Erregbarkeit. Man schliesse die Kette. Beständig zuckt bey dieser Schliessung der auf dem Metall liegende Schenkel *r*). Er zuckt um so stärker, je geringer die Oxydirbarkeit des Metalles ist, mit dem die Salpetersäure zugleich angewandt wurde. Salz-, Schwefel-, Essig-, Weinstein-, überhaupt alle bis jetzt noch versuchte Säuren, verhalten sich auf gleiche Weise *s*). Wird aber Wasser mit Metall

---

r) Vergleiche meinen Beweis u. s. w. S. 54.

s) Von den Alkalien gilt, zu gutem Zeichen, ganz das umgekehrte. Statt der Säuren concentrirtes Kali, Natron, Ammoniak, Kalkmilch, oder dergleichen, genommen, ist die Zuckung nie auf der Seite des Metalls, sondern auf der entgegengesetzten des Alkali. Auch ist die Zuckung nicht um so schwächer, sondern um so stärker, je oxydirbarer das Metall ist. (Vergl. m. Beweis u. s. w., S. 72 — 73.)

positiv, und würde auch Säure mit Metall positiv, so könnten entweder beyde Spannungen sich stemmen, d. i. hier, gleich gross seyn, oder erstere wäre kleiner wie letztere, oder letztere kleiner wie erstere. Im ersten Falle fehlte alle Action; im zweyten müsste die von Säure und Metall das Uebergewicht haben, und die Zuckung auf der Seite der Säure seyn; im dritten müsste die von Wasser und Metall es haben, und die Zuckung auf der Seite des Wassers, vom Metall ausgegangen, seyn. Die ersten beyden Fälle widersprechen dem unsrigen, wohl aber entspricht ihm der letzte. In der That muss also vorerst wenigstens die Spannung von Wasser und Metall grösser seyn, als die von Säure und Metall, wenn auch Wasser und Säure dabey gleiche Electricität, hier $+E$, bekämen. Aber die Spannung von Säure und Metall ist ganz gewiss nicht bloss kleiner, sondern wirklich selbst die umgekehrte.

Je oxydirbarer das Metall, desto schwächer ist die Zuckung in der Kette *t*), desto mehr wächst also diejenige Spannung, die von dem chemischen Process der Säure mit dem Metall herkommt, und $+E$ für die Säure und $-E$ für das Metall giebt, (desto näher kommt sie nach und nach der von

t) Wobey zu bemerken, dass diese Zuckungen hier wie überall, gleich den Schlägen an der Säule, bey weitem mehr den (freyen) Spannungen, als der absoluten Mächtigkeit der Kette und Säule, dem Product aus (freyer, nicht balancirter) Spannung und Leitung, parallel gehen.

Wasser und Metall, desto weniger Unterschied zwischen beyden Spannungen ist da), denn dieser chemische Process selbst wächst. Schon dieses zeigt, dass gedachtes Wachsen der Spannung nicht ein solches seyn kann, was aus dem Gesetze Einer Reihe, ohne chemischen Process, erfolgte, denn sonst müsste, statt diesem Wachsen, ein Abnehmen vorhanden seyn, je näher es gegen den Zink herabkäme, und dieses Abnehmen müsste wenigstens eben so gross seyn, als das Zunehmen, was aus dem chemischen Process selbst erfolgen könnte. Es müsste also gar keine Zunahme Statt haben können, zumal bey der sehr concentrirten Säure, wegen Ungeschicklichkeit eben dieser Säure dazu, der chemische Process sehr langsam zunimmt, die Entfernung beyder, des Metalls und der Säure, in der Reihe, aber sehr schnell. Auch ist die Zuckung bey den weniger oxydirbaren Metallen so stark und heftig, als sie ganz unmöglich seyn könnte, wenn die Spannung von Metall und Säure noch immer dem chemischen Process conform gelagert wäre, weil die ihr jetzt von Metall und Wasser aus entgegenstehende Spannung so ausserordentlich klein ist, dass gar kein solcher Unterschied dagegen möglich wäre, als er in den Fällen, Silber, Gold, Platina oder zuletzt gar Magnesiumoxyd, Säure, und Wasser, vorhanden seyn muss, damit die Zuckung hier und gerade hier stärker, als sonst irgendwo, Statt habe.

Es ist also in der That keinem Zweifel mehr unterworfen, dass wirklich auch diese Säure, und da

alle anderen ihr in ihrem Verhalten folgen, überhaupt sie alle, ohne chemischen Process mit Metallen die Spannungen so zu geben haben, dass das Metall + *E*, die Säure — *E* zeige, und dass folglich auch bey dieser Verbindung, die mit dem chemischen Process entstehende, umgekehrte und auch hier so liegende Spannung, dass für das Metall — *E* für den feuchten Leiter + *E* fällt, jene, als ihr entgegengesetzt, erst aufzuheben habe, um dann vielleicht in der Folge erst bey stärkerem chemischen Process die herrschende überhaupt zu werden.

Säuren also wie Alkalien und Wasser, fallen in der grossen Einen Spannungsreihe sämmtlich über die Metalle, ja über den letzten *u*) negativsten Leiter erster Klasse, das Magnesiumoxyd, hinaus, denn auch dies verhält sich mit ihnen noch, wie ein anderes Metall.

Fragt man zuletzt noch, wie Säuren wieder gegen Wasser und Alkalien in dieser Spannungsreihe liegen, so findet man zwar von Versuch nichts vor; alles weitere Verhalten der Säuren gegen Alkalien und Wasser aber macht es höchst gewiss, dass, wenn Alkalien mit Wasser negativ, die Säuren mit ihm positiv seyn werden. Die Unterschiede können auch hier so geringe seyn, wie Volta sie für Alkalien und Wasser angiebt *v*), doch können sie

u) Gegen sie vo suchten. —

v) Weswegen wir auch vorhin bey den Ketten aus Me-

nicht fehlen, und alle zusammen, müssen mit den Metallen überhaupt folgende Spannungsreihe bilden:

—

Alkalien
Wasser
Säuren
⋮
Metalle

+

So hätten wir denn bereits die beyden chemischen Extreme von Leitern zweyter Klasse, und dazu noch denjenigen Körper um dessen willen und durch den, überhaupt Leiter zweyter Klasse solche sind, und werden können, gegen die bisherige Spannungsreihe der Leiter erster Klasse bestimmt. Wir sind, und fast unvermuthet, für alle zu dem gemeinschaftlichen Resultat gekommen, dass sie mit den Leitern erster Klasse sämmtlich — E bekommen, indess diese + E erhalten. Für alle fand sich dann, dass diejenige Spannung, welche nachmals der Eintritt des chemischen Processes mit sich bringt, die entgegengesetzte sey von der genannten, so dass nach dieser, der Leiter zweyter

---

tall, Säure und Wasser, der Spannung von Säure und Wasser, als keiner hauptsächlichen, nicht gedachten.

Klasse beständig + E, der der ersten aber — E erhält. Zugleich hat sich gezeigt, dass der chemische Process, der letztere Spannung mit sich brachte, immer und überall ein Oxydationsprocess, und zwar ein solcher, so gelagerter, war, dass das Metall, der Leiter erster Klasse, beständig Oxygen dabey, der Leiter zweyter Klasse aber Hydrogen, bekam, oder dieses auf ihn fiel, in ihm auftrat, u. s. w. —

— Drey Resultate, die, eins so wichtig, als das andere, nachdem sie für das Differenteste, was Leiter zweyter Klasse werden kann, gegolten haben, auch von allem dem, was zwischen sie fallen muss und mag, gültig zu seyn haben werden, und somit überhaupt sich zu allgemeinen Gesetzen für das Verhältniss dessen, was Leiter zweyter Klasse werden kann, zu dem, was beständig Leiter erster Klasse ist, erheben lassen werden.

Wir liessen zu Anfang dieser ganzen Betrachtung, neben jedem der angegebenen Resultate, auch noch sein Gegentheil, als für einzelne Fälle auch wohl möglich, übrig. Es geschah indess wirklich nur, um jeden Vorwurf einer zu frühzeitigen Bestimmung von uns abzuhalten. Jetzt hingegen, nachdem sich selbst Säure und Alkali, die chemisch doch für so sehr entgegengesetzt gehalten werden, noch immer gegen die Metalle als Glieder Einer Seite einer Reihe, von der die Metalle die andere Seite bilden, gezeigt haben, da selbst sie, sich auch in jeder andern hiesigen

Rücksicht bloss dem Grade nach verschieden, in der Hauptsache aber völlig identisch benommen haben: was blieben uns noch für Körper übrig, von denen wir etwa noch zu erwarten hätten, was selbst bey Säure und Alkali nicht eintraf? —

Nehmen wir vorerst das ganze Heer der Salze aus der Verbindung der Säuren und Alkalien. Es ist nicht ganz ununtersucht. VOLTA selbst hat auch Salpeterauflösung, gerade dasjenige Salz, was aus Kali und Salpetersäure, zwey Stoffen, die wir selbst buchstäblich im Versuch gesehen haben, besteht, gegen Metalle und dergleichen geprüft. Auch dieses Neutralsalz wurde gegen sämmtliche Metalle sobald nicht mehr positiv, wie alles übrige, sondern negativ, wie auch das übrige, als der chemische Process zwischen Metall und dieser Auflösung immer mehr gehindert und unmöglich gemacht wurde. Hinter der Reihe der von VOLTA genannten, von ihm gegen Metalle geprüften Stoffe, steht ein „*ec.*", und er setzt es nicht, wenn er es nicht wirklich zu setzen hat. Gewiss würde VOLTA den Körper ausgezeichnet haben, der sich anders verhalten hätte. Aber er sagt ganz im Allgemeinen, dass alle seine „*liquori salini*," in Hinsicht der Electricität, die sie unter den einen oder den andern Umständen, den Metallen gegenüber erhielten, sich gleich verhalten haben.

Was ferner die Auflösungen der Erden und Metalloxyde in Alkalien und Säuren betrifft, so sehen wir aus dem Verhalten dieser

Salze in Säulen, dass beständig die Spannung, welche an diesen Säulen frey wird, und ihr + so hat, dass der feuchte Leiter mit dem Zink auch +, der Zink von ihm aber — geworden seyn muss, wächst, wie die Desoxydabilität des feuchten, und die Oxydabilität (und Oxydation) des festen Leiters, des Zinks, durch ihn, oder überhaupt, je grösser der Oxydationsprocess zwischen beyden Leitern zweyter Klasse ist. So sah Biot w) die Spannung bey frisch gebaueten Säulen von Zink und Kupfer aus gleich viel gleich beschaffnen Lagen, bey salpetersaurem Zink x) schwächer als bey Wasser, bey Kochsalz aber stärker; stärker wieder bey Salmiak, dann bey oxygenirt-salzsaurem Kali, Alaun, und endlich am stärksten bey grünem schwefelsaurem Eisen. Die Spannung nahm, mit dessen Decomposition durch den Zink, ab. Die Folge aller Spannungen entspricht so eben dem chemischen Angriff des Metalls. Der Unterschied zwischen der grössten und kleinsten ist viel zu klein, als dass er zugleich mehr als Folge des Unterschieds des chemischen Processes wäre. Auch befolgen Leiter zweyter Klasse, denen wir im Vorigen bereits nach Thatsachen ihren Ort auf der negativen Seite der grossen Einen Spannungsreihe, bestimmt nachweisen konnten, genau das nemliche Verhalten. So

w) S. *Annales de Chimie*, T. XLVII. p. 205. etc.

x) Für salzsauren Zink vergleiche man Bucholz in Gilbert's Annalen, B. IX. S. 456.

sähen Aldini und Vauquelin bey Säulen aus Zink und Silber und verdünnter Salpetersäure, die Spannung weit stärker, wie bey Säulen aus Zink, Silber und Kochsalzauflösung y), und wieder bey Säulen aus Silber und Platina mit Königswasser die Spannung stärker, als bey Silber und Platina mit Salpetersäure. z).

Die der Salz - oder Metallauflösung mit dem Metall ohne chemischen Process zukommende Spannung muss daher, nothwendig, da sie nicht die gerade seyn kann, und doch irgend eine seyn soll, die umgekehrte seyn von der, die sich, auch hier, als allgemeines Eigenthum alles Oxydationsprocesses zeigt, d. i. ohne chemischen Process muss auch bey dieser Klasse von Salzen das Metall + E, und der feuchte Leiter — E, bekommen.

Auf ähnliche Weise könnten wir auch den gleichen Beweis von den Schwefelverbindungen, von thierischen und vegetabilischen Flüssigkeiten und feuchten Theilen, und was sonst noch für eine Menge anderer, der Leitung als zweyte Klasse fähiger Substanzen, gedenkbar sind, führen. Wozu aber ein Aufwand von Weitläuftigkeit, zu dem wir bis hieher noch nicht die mindeste Veranlassung haben. Dass nicht Ein Körper oder Leiter „zweyter Klasse"

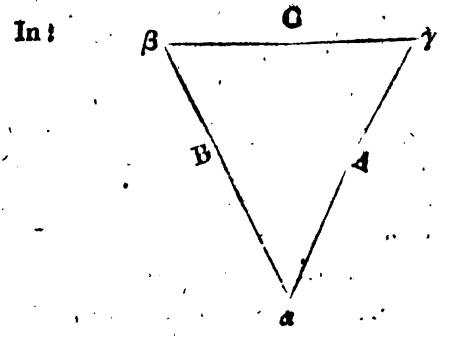
---

y) S. Aldini's *Essai sur le Galvanisme*, T. II. p. 295.
z) S. daselbst, T. II. p. 284.

wirklich zweyte Klasse werden würde, ohne den chemischen Process zwischen ihm und dem Metall, und dass ohne ihn alle Leiter sich als Leiter nur Einer Klasse, Einer Spannungsreihe, verhalten und verhalten werden, haben wir schon allgemein genug erwiesen. Dass dieser chemische Process überall ein Oxydationsprocess, und zwar des Leiters „erster" Klasse durch das Oxygen des Leiters „zweyter" Klasse, sey, haben wir gesehen; und ohne Ausnahme gefunden, dass die Spannung, welche je zwey solche Körper „differenter" Klassen, in ihrem Conflict, zu Folge des genannten chemischen Processes erhalten; die umgekehrte ist von der, die sie, ohne diesen Process, als Glieder Einer Reihe überhaupt erhalten; dass ohne ihn das Metall $+E$, der feuchte Leiter $-E$, mit ihm aber ersteres $-E$, letzterer $+E$, erhalten; und dass diese neue umgekehrte Spannung jene im wirklichen Versuche nicht, etwa durch partielle Aufhebung, bloss schwäche, sondern sie auch aufzuheben, ja nach dieser Aufhebung jener sogar mit ihrem reinem ungestörten Ueberschusse als freye herrschende allein dazustehen vermöge. Wir haben endlich durch alles dies deutlich gemacht, wie überhaupt die grosse gemeinschaftliche Eine Spannungsreihe aller Leiter, der festen wie der flüssigen, der trocknen wie der nassen, die, ohne Weiteres, die Galvanismus geben könnte, eben durch den chemischen Process, und durch die gefundene Art seines Einflusses auf die aus jener Reihe folgenden

Spannungen u. s. w., erst Galvanische Action, Galvanismus, in der Kette wie in der Säule, möglich macht. Warum sollen wir, nachdem in allem uns nirgends auch nur Eine Beobachtung widersprach, erst Anomalien suchen, welche wir nie finden werden? — Kehren wir daher lieber noch einige Augenblicke zu den gefundenen Wahrheiten selbst zurück.

Zuerst eine Anwendung derselben zur Erklärung des oben im ersten Abschnitte erzählten sonderbaren entgegengesetzten Verhaltens concentrirter und diluirter Alkalien und Säuren gegen Metalle in der einfachen Kette wie in der Säule.



Bedeutet *A* ein Metall, *B* concentrirte Säure, *C* Wasser. Dass Metall und Wasser bey diesem ihrem Zusammenseyn, ersteres — letzteres +, ... und zwar beydes in einem recht bedeutenden

Grade a) ... hat, wissen wir; von Metall mit Säure, wo letztere gar nicht chemisch auf ersteres wirkte, wird, nach dem Dagewesenen, das Metall +, die Säure — haben; Säure und Wasser verhalten sich von selbst wie Glieder Einer Klasse, und zwar bekommt erstere +, letzteres —, beydes jedoch wahrscheinlich nur in schwachem Grade. Alle Spannungen addiren sich als gleichliegende zusammen. Es entsteht äusserst starke Action. Das Metall *A*, giebt an γ Oxygen, an α Hydrogen.

Die Säure halte nach und nach Wasser, und immer mehr. In dem Maasse wird ihre vorige Spannung mit dem Metall geschwächt, und immer mehr, bis sie zuletzt aufgehoben, und endlich gar in die umgekehrte, die von + für die Säure, und — für

---

a) Denn die Spannung beyder muss in der Kette und Säule schon darum beträchtlicher ausfallen, weil hier der Contact, Conflict u. s. w. von Metall und Wasser weit inniger und wahrhaftiger ist, als VOLTA ihn in seinen Plattenversuchen (s. *Annali di Chimica*, T. XVI, p. 71. eq.) irgend setzen durfte, um diese Versuche nur überhaupt mit Erfolg anstellen zu können. Mit diesem innigern Conflict aber steigt auch die Oxydation, und damit, allem bisherigen zu Folge, auch die Spannung, von der jene unausbleiblich begleitet ist. Auch geben Säulen die Spannung für die einzelne Lage jederzeit grösser an, als sie aus den Productgrössen der VOLTAischen Grundversuche folgen sollte. Es ist interessant, hierzu VOLTA's Abhandlung vom 30. Brum. X. (s. *Annales de Chimie*, T. XL. p. 225. etc.), mit beständiger Rücksicht auf das von uns Erörterte, streng durchzugehen, und damit VOLTA's frühere Briefe an GREN und ALDINI (s. m. Beyträge, B. I. St. 3. und B. II. St. 3.) zu vergleichen.

das Metall, übergegangen, und in dieser zu demselben Grade gekommen ist, als die ihr jetzt entgegenstehende Spannung von Metall und Wasser, plus der von Wasser und Säure; denn durch diese Gegenwart des Wassers ist die Säure nach und nach im chemischen Process, und immer stärkeren, mit dem Metalle gekommen. In dem Maasse nimmt die freye Spannung ab, mit ihr die Action, und beydes steht endlich, wenn es zu dem angeführten Gleichgewichtspunkte gekommen ist, still.

Man verdünnt jetzt die Säure ferner. Man kommt endlich bey dem Diluirungsgrade an, bey dem die Säure das Metall mit dem grössten Momente zum chemischen Process auffordert, und mit ihm darinn ist. In dem Maasse nimmt auch die Spannung, die von diesem Process herkommt, zu. Es ist die Spannung α ($= AB$). Statt dass sie vorhin noch der Spannung $\gamma + \beta$ das Gleichgewicht hielt, bekommt sie jetzt die Vorhand, und in dem Grade giebt nun auch A an γ nicht mehr Oxygen und an α Hydrogen, wie zu allererst, (oder Null, wie später), sondern umgekehrt an γ Hydrogen und an α Oxygen. Die Pole sind umgekehrt, damit die electrischen der Kette oder Säule auch, kurz alles.

Wie man noch weiter verdünnt, nimmt endlich auch das Moment des chemischen Processes zwischen Metall und Säure wieder, damit auch die Spannung, damit auch ihr (α's) Ue-

bergewicht über $\gamma + \beta$, damit die Action, ab, und ist zuletzt die Säure bis zum Aequivalent des reinen Wassers herabgekommen, so ist von neuem $\alpha = \gamma + \beta$; β ist jetzt ohne Werth, und $\alpha = \gamma$, d. i. die Differenz von Metall und Wasser ist sich selbst gleich, und die Action ist Null.

Auf ähnliche Weise gelingt die Erklärung der Phänomene mit dem Alkali.

Von concentrirten Alkalien gilt in gewisser Hinsicht beynahe das Umgekehrte, wie von concentrirten Säuren. Diese werden durch Concentration unfähiger, auf Metalle zu wirken, jene aber im Gegentheile, (vielleicht jedoch auch nur bis zu einem gewissen Punkte), erst recht fähig dazu. Dies muss nothwendig bey der Spannungsberechnung in Anschlag gebracht werden. Eben so, dass eine ganz schwache alkalische Lauge, auch Kalkwasser, vor Oxydation schützt, d. i. noch weniger chemischen Process mit dem Metall giebt und zulässt, als Wasser b).

In ABC oben sey A das Metall, B concentrirte Alkaliauflösung, und C Wasser. Die Spannung von AB ist, wegen des starken chemischen Processes zwischen beyden c),

---

b) Man vergleiche schon das bekannte Verhalten mehrerer oxydirbaren Metalle, die im Kreisse der Säule in alkalischen Flüssigkeiten, desgleichen auch in Kalk-, Baryt- und Strontianwasser, sich am Oxygenpol nicht oxydiren, sondern das Oxygen als Gas geben.

c) S. Fourcroy's *Système des connoissances chimiques*, T. V. p. 586.

stark + für B, und stark — für A. Die von CA ist schon, wegen des nicht so starken chemischen Processes, weit schwächer + für C, und — für A; BC giebt ganz schwach — für B, und + für C. $AB + BC$ ($= \alpha + \beta$), die sich wegen der gleichen Lage summiren, sind weit stärker, als die entgegengesetzte Spannung AC ($= \gamma$). Der Ueberschuss bleibt frey, liefert die Action, und, wie man sieht, so, dass α Oxygen und β Hydrogen geben muss.

So wie B nicht so concentrirt mehr ist, ist auch das Uebergewicht von $AB + BC$ über AC kleiner, und endlich werden beyde gleich. Die chemische Wirkung nimmt ab, und kommt mit letzterer Gleichheit auf Null zurück.

B wird noch verdünnter. Es kommt jetzt in die Sphäre der vorhin erwähnten mindern chemischen Wirkung auf A. BA hat ohnedies schon mehr zu überwinden, als CA, um die Spannung des chemischen Processes geltend zu machen, da B in der grossen Einen Spannungsreihe noch über dem Wasser liegt, noch negativer ist. $AB + BC$ ist nicht mehr $= AC$, vielmehr $< AC$, auch wird es immer kleiner, je mehr B aufhört, auf A chemisch zu wirken. Es kann seyn, dass AB wirklich so weit kommt, dass es, aus Mangel alles oder fast alles chemischen Processes, sogar schon die wirklich umgekehrte Spannung, mit + für A, und — für B, annimmt; dann ist die Summe $AB + BC$ noch von weit kleinerem Werth, als vorher.

In allen diesen Fällen hat die Spannung *AC* die Oberhand; die Kette wirkt mit ihrem Ueberschuss, der sogar durch eine gleichliegende Spannung *AB*'s noch vergrössert werden kann, und zwar wirkt sie so, dass *A* an *α* jetzt Hydrogen, an *γ* jetzt Oxygen', giebt. Auch die electrischen Pole, alles, ist umgekehrt.

Wie *B* noch verdünnter wird, und endlich sich dem reinen Wasser nähert, lässt auch die Hemmung oder das Wegfallen des chemischen Processes zwischen *AB* wieder nach. Der Ueberschuss der Spannung *AC* wird geringer, die Action daraus nimmt ab, und endlich wenn *B*, nachdem zuvor die Spannung *AB* aus ihrer Umgekehrtheit durch Null *d)*, wieder in gerade bey und mit dem chemischen Process übergegangen ist, gleich *C*, d. i. auch reines Wasser geworden, fehlt wieder aller Ueberschuss, und die Kette ist Null.

Die Anwendung von beyden auf die Säule, als blossem Vielfachem der Kette, ergiebt sich von selbst.

Und so haben wir jene, fürs erste so höchst paradox aussehenden Phänomene, auf eine Art erklärt, dass wenig mehr zu wünschen übrig bleibt. Beydes, diese Phänomene und die Ansicht, nach der sie sich erklärten, haben sich damit gegenseitig bestätigt, und wohl musste es so seyn, wenn eines

d) Vergleiche hier die Anmerkung zum Schema *A* im ersten Abschnitt.

wie das andere auf Wahrheit Anspruch machen sollte. Zugleich ist uns damit die Hoffnung entstanden, dass auch diejenigen Phänomene, zu denen die so eben gelösten ein Gegenstück bildeten, die über das Zickzakförmige auch der Metallmischungsreihen, bald einer, wenn auch nur der Form nach ähnlichen Lösung fähig seyn werden, und dass dieselbe sich nicht minder interessant ausnehmen werden, als gegenwärtige.

Ferner wird man jetzt den Grund davon einsehen, wie gewisse Flüssigkeiten im Stande sind, (wie man es nennt) die Pole einer gegebenen Kette oder Säule umzukehren, warum z. B. bey einer Säule aus Eisen und Kupfer *e*), oder, wie ich fand, auch aus Wismuth und Kupfer, oder Platina und Silber, wenn sie mit Schwefelleberauflösung gebauet ist, nicht, wie beym Baue mit Wasser, die Eisen-, Wismuth- oder Platinaseite, sondern die Kupfer- oder Silberseite, die positive, und so nicht die Kupfer- oder Silberseite, sondern die Eisen-, Wismuth- oder Platinaseite die negative ist.

Desgleichen: warum mehrere Ketten ihre Pole verwechseln, wenn sie, im Grunde ganz wie eben, bey zwey Metallen statt mit Wasser, mit Salpeter-, Salz- oder Schwefelsäure, d. i. im einen wie im andern Falle, mit einer sehr stark oxy-

e) S. Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 332. B. XVII. S. 489. Anm.

direnden Flüssigkeit, construirt sind. Hierher gehören die, oben im ersten Abschnitt als dort noch sehr sonderbare, aufgeführten Erscheinungen mit den verschiedenen Amalgamen neben Zink, wo nicht das in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse doch weit positivere Amalgama, sondern der negativere Zink, Oxygen -, und nicht der negative Zink, sondern das positive Amalgama, Hydrogenpol wird. Ferner: dass bey concentrirter Salpetersäure von Platina und Silber, nicht jenes, sondern dieses, von Bley und Eisen, nicht das Bley, sondern das Eisen, Oxygenpol u. s. w., wird; dass bey concentrirter kalter Salmiakauflösung von Gold und Silber, von Platina und Silber, nicht Silber, sondern Platina und Gold, Hydrogen -, und nicht diese, sondern Silber, Oxygenpol wird; und endlich alle im ersten Abschnitte etwa noch vorkommenden oder doch dahin gehörigen der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse in Vertheilung ihrer Action scheinbar widersprechenden Ketten aus zwey Metallen und einem feuchten Leiter. Alles ergiebt sich aus einer guten Schätzung und Verrechnung der überall vorhandenen Oxydationswerthe, und der ursprünglichen Stellen jedes Leiters zweyter Klasse in der allgemeinen Spannungsreihe, die man nach dem Dagewesenen leicht vorzunehmen wissen wird, von selbst.

Wie denn überhaupt die in den letztern Bogen aufgestellte Ansicht, wenn sie ist, wofür wir sie halten, zur Lösung einer grössern Menge paradoxer Erscheinungen im Galvanis-

nüs, als bisher kaum bekannt seyn konnten, dienen muss; indem sie, was noch sich keine Theorie der Kette oder Säule rühmen konnte, den wahren Grund getroffen zu haben glauben darf, aus welchem in irgend einer Kette oder Säule Action zugegen ist, sie also deren natürlichen Lage und Vertheilung beständig parallel gehen, und sie geben muss, wie jene diese selbst gegeben hat.

Die erste allgemeine Folge aus der Erkenntniss dieses Grundes ist der vorzügliche Gegenstand dieses Abschnitts gewesen. Wir haben gesehen, dass, wie er wegfällt, auch sogleich alle Action, die nur um seinetwillen da seyn konnte, wegfällt, und wie alles, was irgend bis jetzt Leiter hiess, es mochte zu einer Klasse gezählt werden, zu welcher es auch war, sich zu Einer Klasse, Einer Reihe versammelt, und überall sich derselben Gesetze erfreut.

Wir nennen diese Reihe schicklich das electrische System der Leiter. Sein allgemeinster Entwurf ist, dass alles, was bis dahin von ihm irgend zweyte Klasse genannt wurde, und dazu werden konnte, mit allem, was von Anfang erste Klasse hiess und noch heisst, weil unter jeden Umständen es sichtlich sich als solche behauptete, ein durch Dasselbe Eine Gemeinschaftliche Princip verbundenes Ganzes bildet; dass dieses Ganze auf die kürzeste Weise durch

Leiter, die man bisher
zweyte Klasse
nannte

Leiter, die von jeher
erste Klasse
hiessen

Dargestellt wird; dass in seinem grössern Detail, wovon folgende Tafel ein Bild im Kleinen

ist:

Flüssige Alkalien
Wasser
Säuren
.
.
.
Magnesiumoxyd
Graphit
Eine Menge Vererzungen der Metalle durch Schwefel, mit geringer Differenz von einander
Kohle
Silber
Quecksilber
Gold
Platina
Spiesglanz
Kupfer
Arsenik
Kobalt
Wismuth
Eisen
Zinn
Bley
Zink

Von je zwey Körpern oder Gliedern dieser Reihe *f*), bey ihrem Conflict der obere — *E*, der untere + *E* bekommt; dass diese Spannung um so grösser ist, je weiter beyde Glieder in der Reihe von einander abstehen, und dass überhaupt die Spannung von *az*, gleich ist der Summe der Spannungen von *ab* + *bc* + *cd* u. s. w. bis und mit *yz*.

Wir haben gesehen, wie die Natur es angelegt habe, um im Conflict der beyden Seiten dieser grossen Einen Reihe, durch eine neue Quelle von Electricität und Spannung, durch den chemischen, in allen Fällen, die wir finden konnten, sich als Oxydation, und zwar des positiveren festen oder trocknen Leiters durch das Oxygen des Wassers des negativeren flüssigen, feuchten oder nassen Leiters, ausnehmenden Process, die Electricität und Spannung jener Reihe einzuschränken, aufzuheben, ja selbst mit einer jener völlig entgegengesetzten aufzutreten, und so das Wechselspiel der Kräfte, was wir Galvanismus nennen, zu begründen.

Eben aber, dass diese neue Ursache von Electricität und Spannung, jene aus dem Gesetz der grossen Einen Reihe folgende, erst schwächen und auch aufheben musste, um die ihrige selbst frey

---

f) Eine Menge anderer, theils dem Orte nach bestimmter, theils noch unbestimmter, Glieder des positiven Theiles dieser Reihe, habe ich in Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 293. u. f., im ersten Abschnitt dieser gegenwärtigen Abhandlung, vorzüglich aber in m. Beyträgen, B. I. St. 4. S. 222. und 226, 227. genannt.

geltend machen zu können, und dass auch dann, wenn dies aufs höchste geschah, doch immer jene Spannung noch, ... als diese zu einem, jener ihrer eigenen Grösse angemessenen Theile, sehmälernd oder hemmend ..., die ganze Zeit des Conflicts der beyden Glieder über, unverändert zugegen war, so dass sie ruhig wieder frey hervortrat, sobald die Spannung, die der chemische Process gab, aus Abnahme und Aufhören dieses, auch verschwand: dies eben zeigt, dass jenes grosse System, was alle Leiter bilden, beständig sey, und nirgends, auch zum kleinsten Theil, aus seinen Fugen weiche; —

Dass also, allem Schein des Gegentheiles ohngeachtet, was Einmal Leiter erster oder der Einen Klasse, die wir überhaupt nur als ursprünglich aufgefunden haben, ist, es auch unter jeden möglichen Umständen bleibt, und die grosse Eine Spannungsreihe das Eine Gemeinschaftliche System Aller Leiter Der Electricität, der unbeschränkten Herrschaft Eiserner Gesetze unterworfen ist.

Dritter Abschnitt.

System der Isolatoren.

Auch die Isolatoren der Electricität, die idioelectrischen Körper, bilden eine allgemeine Spannungsreihe, die, soweit Versuche nur reichen, in allem ähnlich der ist, welche ich so eben für die Leiter der Electricität, die symperielectrischen Körper, aufgezeigt habe.

Wie leicht es ist, dies darzuthun, werde ich am besten zeigen können, wenn ich jene Reihe vor dem Auge des Lesers auf die nemliche einfache Weise entstehen lasse, auf welche ich selbst zu ihr gekommen bin.

Eine Haupteigenschaft der Spannungsreihe der Leiter, an welche ihre übrigen eng geknüpft sind, ist, dass, aus der Reihe a, b, c, d, e, f, g, h, ... z, wo a mit z. B. $+E$, z $-E$ bekommt, von jeden zwey Körpern der a nähere $+$, der z nähere $-$ wird, so dass z. B. e, wenn

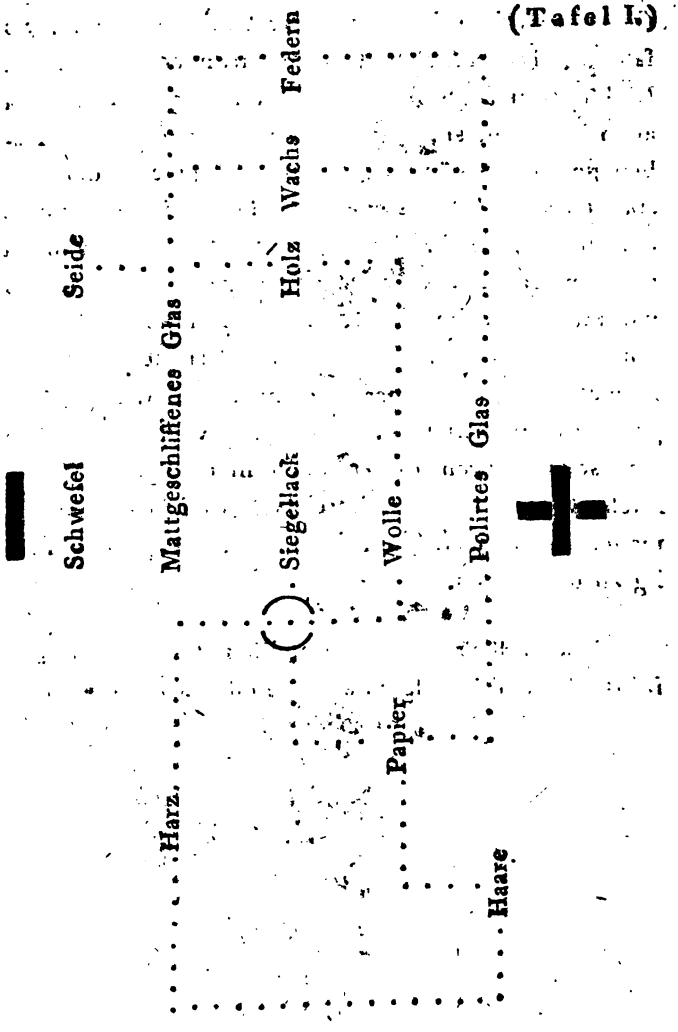
es mit d — E erhält, dasselbe auch mit c, b, und a, erhält, mit f, und damit auch mit g und h bis z aber, + E wird. So wird wieder d mit c, b, und a, — E, mit e, f, g, h bis z + E; c bloss mit b, und a, — E, mit d bis z aber + E; u. s. w., erhalten, bis endlich a mit keinem andern mehr — E, und mit allen + E, und z mit keinem andern mehr + E, sondern mit allen — E, erhält; wie denn in der Spannungsreihe der Leiter im vorigen Abschnitt, soweit sie aus festen, oder Körpern der „ersten" Klasse gebildet wird, Zink ein solches a, und Magnesiumoxyd ein solches z, vorstellen kann.

Wir nehmen jetzt die Tabelle, in welcher Lichtenberg in Erxleben's Anfangsgründen der Naturlehre. Sechste Auflage. 1794. S. 478., die Electricitäten, welche eine Menge Körper beym Reiben an einander wechselseitig annehmen, auf eine musterhafte Weise zusammengestellt hat, zur Hand, und setzen, zuerst von zwey Körpern, von denen der eine ganz vorzüglich zu + E, der andere zu — E, geneigt ist, wie Glas und Schwefel, den bey ihrem Reiben gegen einander positiv werdenden Körper, das Glas, für irgend eine zu errichtende Reihe tief nach unten, den negativ werdenden, den Schwefel aber, sehr weit nach oben. Wir suchen hierauf einen Körper, der unter allen in der Tabelle angeführten dem Glase an Positivität am nächsten kommt, d. i. bloss mit ihm negativ, mit allen andern aber positiv wird; dieses ist Wolle. Sie wird sogleich nach dem

Glase, zwischen dieses und den Schwefel gesetzt. So fahren wir fort, soweit Beobachtungen uns führen. Es kommen auch Körper, die nur gegen einige von allen bestimmt sind, gegen die übrigen nicht. Haben jene die Stelle eines solchen Körpers in der entstandenen Reihe, als zwar in eine bestimmte Sphäre derselben fallend, in dieser selbst ihn aber noch nicht mit aller Bestimmtheit, angezeigt, so setzen wir ihn neben die Reihe, ziehen ihn mit den letzten Körpern, gegen die er bestimmt wurde, durch Linien so zusammen, dass sie anzeigen, wie er sich gegen diese verhielt, und zugleich, welches die Körper seyn, gegen die er noch nicht bestimmt ist. Auch werden uns oft diese letztern Körper dienen, manchem noch seinen Platz in der Hauptreihe völlig zu bestimmen.

Und so lässt sich denn endlich die ganze angeführte Tabelle in folgende Reihe oder Scale auf:

(Tafel I.)



Von jeden zwey Körpern dieser Reihe wird beym Reiben der untere *positiv*, der obere *negativ*.

Man revidire diese Reihe nach jener Tabelle, und alle dort angeführten Beobachtungen werden auch nicht Eine Ausnahme geben. Lasse man in Gedanken einige Angaben der Tabelle fehlen, schliesse nach dem, was bey der Spannungsreihe der Leiter eben angeführtes Gesetz ist, auf die Electricitäten, welche Körper, deren Bestimmung wegfiel, annehmen müssen, und es werden jederzeit die seyn, die wirklich angegeben sind. Es fehlen aber in der That in der Tabelle mehrere Angaben. Man bringe die Körper, welche sie betreffen, selbst zusammen, und was das supponirte Gesetz der Reihe giebt, wird man erhalten. Damit wird dieses Gesetz als Eigenthum der Reihe, und diese Reihe selbst, bestätigt seyn.

Dies war die Arbeit, welche ich zu Anfang des Jahres 1800 vornahm, — ohne damals nur zu ahnen, dass nicht bloss der Gedanke an sie, sondern auch sie selbst, bereits längst und schöner, als sie mir gelungen war, geschehen sey. Statt allem bitte ich in dieser Hinsicht bloss den dritten Abschnitt der zehnten Periode des ersten Theils von PRIESTLEY's Geschichte der Electricität, nachzusehen. S. 146. der Uebersetzung g) (Berlin und Stralsund, 1772. 4.) heisst es von BERGMAN:

g) Welcher GROSS's „muthmassliche Verbesserungen," die blosse Erläuterung des Textes aus ihm selbst sind, (s. dessen Electrische Pausen. Leipzig, 1776. 8. S. 133 — 136.), mit vielem Vortheil einzuschalten sind.

„Aus dem Ganzen schloss er, dass eine gewisse festgesetzte Ordnung in Ansehung der positiven und negativen Electricität Statt finde, worunter alle Körper gebracht werden können, da unterdessen andere Umstände einerley bleiben. Man gedenke sich unter *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, gewisse Substanzen, deren jede, wenn sie mit einer vorhergehenden gerieben wird, negativ, mit einer folgenden aber positiv electrisch ist"; — und S. 148. derselben von Wilke: „Nach diesen (seinen eignen sehr zahlreichen) Experimenten liefert Hr. Wilke folgendes Verzeichniss der vornehmsten Substanzen, womit electrische Versuche angestellt werden, in derjenigen Ordnung, in welcher sie stehen, wenn sie eine positive oder negative Electricität erhalten sollen; von welchen Substanzen einige positiv werden, wenn man sie mit einer in dem Verzeichnisse darauf folgenden reibet, und negativ, wenn man sie mit einer vorhergehenden reibet."

(Taf. II.)

„Glattes Glas

Wollen Tuch

Federspulen

Holz

Papier

Siegellack

Weisses Wachs

Rauhes Glas

Schwefel."

So viel war vor fast vierzig Jahren bekannt, aber der Sinn dafür scheint verschwunden; nirgends hört man etwas mehr davon. Erst seit VOLTA ist wieder von solchen Reihen gesprochen worden. Man blieb indess bloss bey den Metallen stehen, und niemanden fiel es ein, nach dem zu fragen, was schon lange da war, und weit mehr betraf.

Bringen wir jetzt die WILKE'sche Reihe mit der, die wir vorhin nach der LICHTENBERG'schen Tafel entwarfen, in eine, und tragen darein die übrigen Beobachtungen, welche PRIESTLEY von Isolatoren noch in dem genannten und folgenden Abschnitt seines Werkes aufführt, und die zum Theil einige unbestimmtere Körper der ersten Reihe näher bestimmen werden, sey es auch vorerst mehr,

um uns in Entwerfung solcher Reihen überhaupt zu üben. Tafel III. stellt die gegenwärtige dar. Von jeden zwey Gliedern derselben wird beym Reiben gegen einander das untere positiv, das obere negativ. Es wäre denn, dass einige Glieder in Wilke's Reihe (Taf. II.) die in diese mit aufgenommen ist, von ihm, wie seine Ankündigung fast vermuthen liesse, nicht aufs schärfste geordnet wären. Wir sehen daher noch die Beobachtungen anderer Experimentatoren nach.

Wir fangen mit Du Fay's Reibungsversuchen *h*) an. Sie geben Taf. IV.

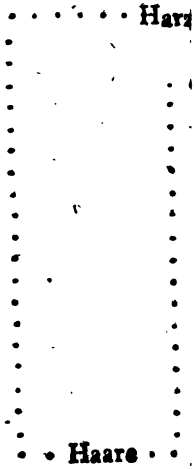
So geben ferner die von Cavallo in seinem Werke über Electricität *i*) von Cigna, Symmer, Socin und a. angeführten Beobachtungen, soweit sie in Verarbeitungen dieser Art eingehen können, Taf. V. Ferner die von Cavallo a. a. O. S. 21—23. zusammengestellten Beobachtungen: Taf. VI.

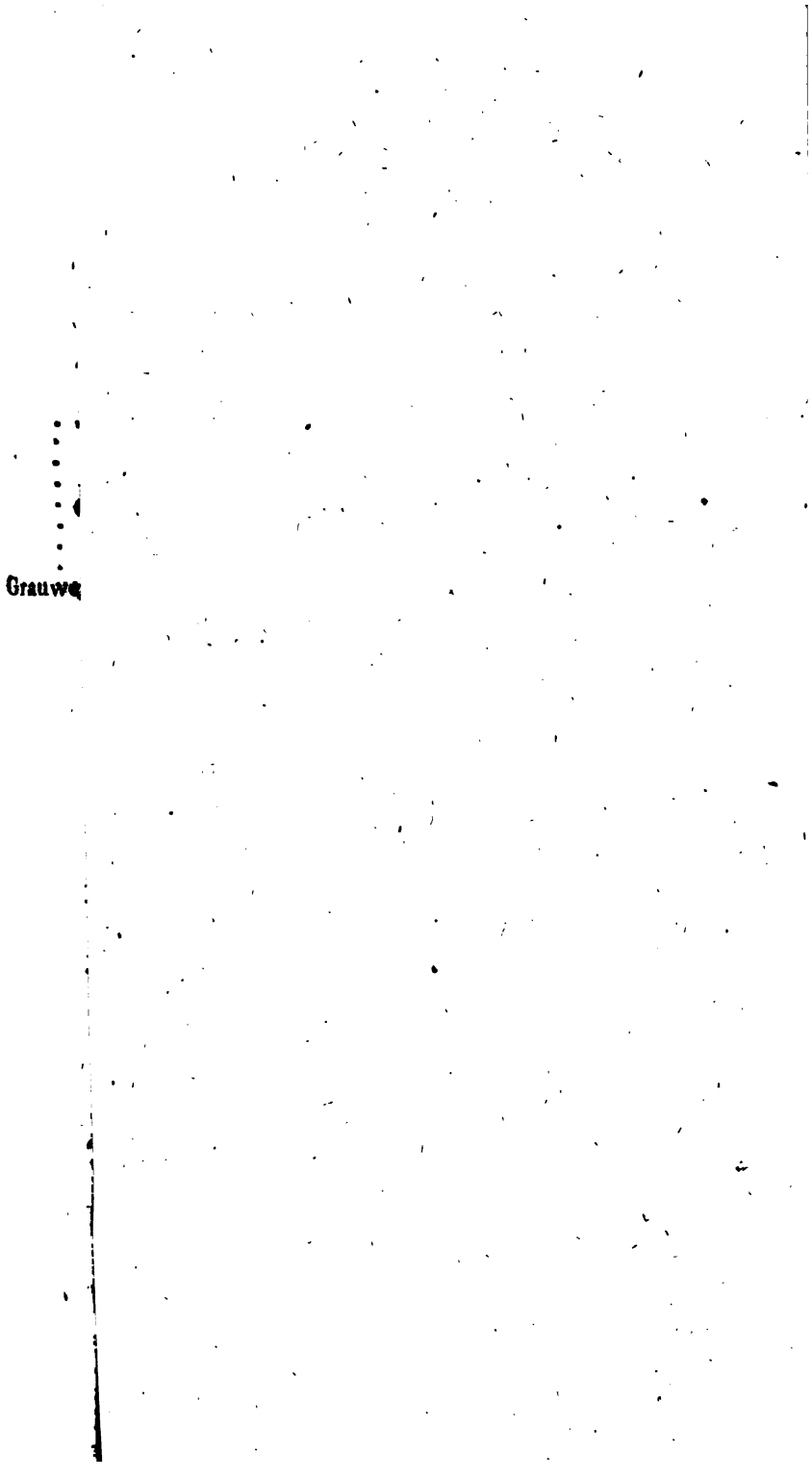
Wilson's Beobachtungen über Luft, Bernstein, Tourmalin und Diamant habe ich in letzterer weggelassen, da Taf. III. sie schon enthält. Nur aus Cavallo's Sammlung will ich noch bemerken:

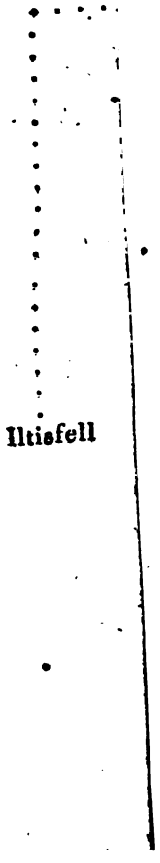
Tourmalin		Glas (glattes)
:	und:	:
Wilson's Hand		Katzenbalg
+		+

h) S. Der Kön. Ak. d. Wiss. in Paris physikalische Abhandl., übers. v. W. A. B. v. Steinwehr. Th. X. S. 83 — 90.

i) S. dessen vollst. Abh. d. th. u. pr. Lehre v. d. Electr. A. d. Engl. vierte Aufl. Leipzig, 1797. B. I. S. 308 — 315, und verschiedene Stellen in B. II.

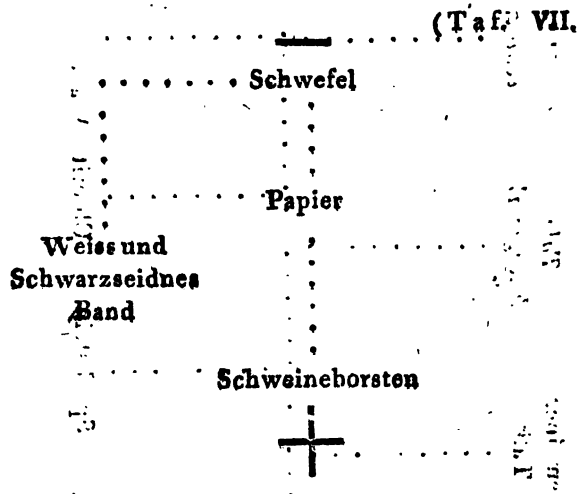

Harz
Haare


Grauwe


Iltisfell

Aubert's Reibungsversuche *k*) geben:

(Taf. VII.)

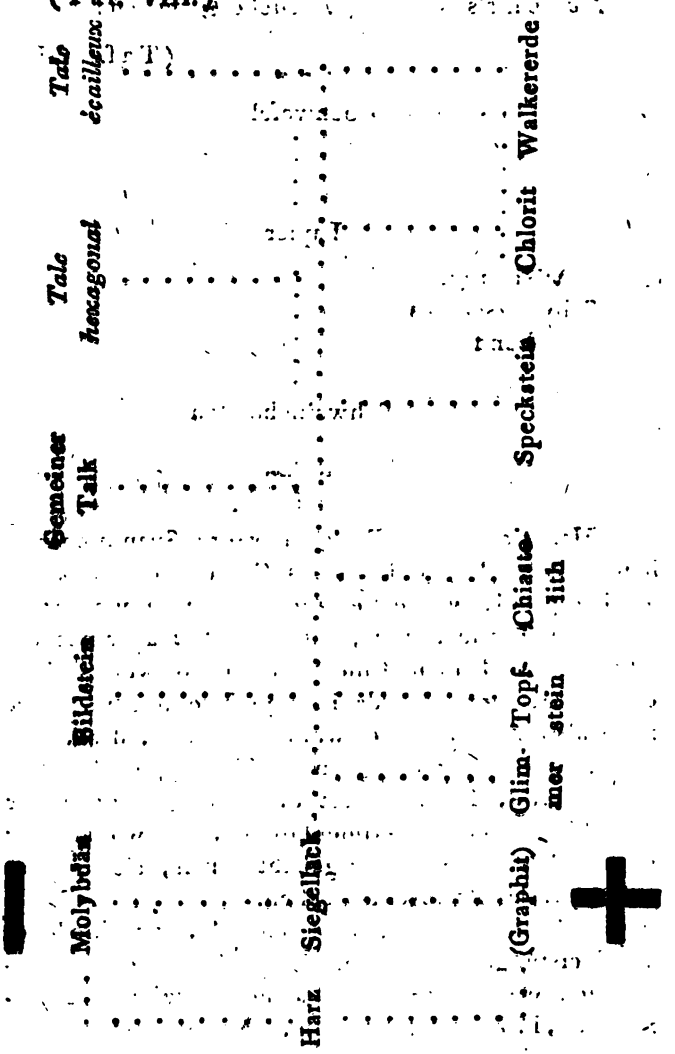


Man sieht, überall treten wahre Spannungsreihen hervor. Ueberall gilt das Gesetz, dass, wenn *a* mit *b* positiv wurde, es auch mit *c* so wurde; *b* hingegen wurde mit *c* positiv, mit *a* aber negativ u. s. w. Auch nicht Eine Beobachtung widerspricht diesem Gesetz; was da ist, giebt es überall. Man muss also ohne Weiteres wohl schliessen, dass, was fehlt, bey seiner einstigen Nachholung es ebenfalls thun werde, indem selbst die Beobachtungen der verschiedensten Experimentatoren, da wo sie nur gewiss dieselbe Substanz gehabt haben, sich gegenseitig auf das Beste entsprechen.

Wir stellen jetzt, nachdem wir, verschiedener Hülfsleistungen wegen, noch die einzelnen Beobachtungen, welche Hauy in seinem *Traité de Mineralogie*, T. I — IV., erzählt, und die man hier gewiss gern beysammen sehen wird; (5. Taf. VIII.)

k) S. Lichtenberg's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. VIII. St. 2. S. 36. u. f.

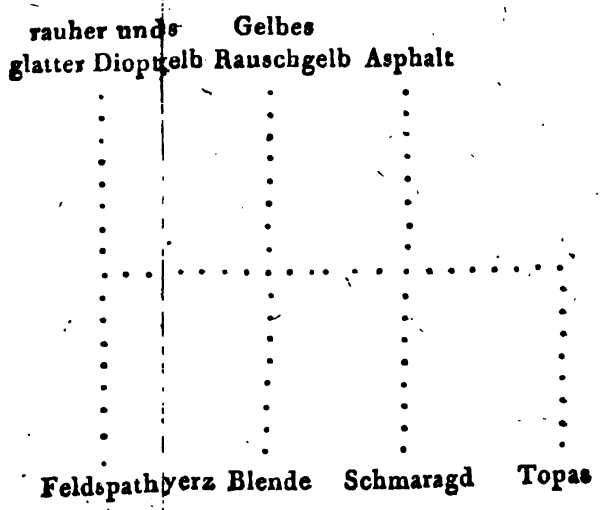
(Taf. VIII.)



(und Taf. IX.) nachgeholt haben, sämmtliche in Taf. I bis VII. angeführte Beobachtungen in Eine grössere Tabelle zusammen, um die Reihe auf einen Blick zu übersehen. Beystehende Tafel X. stellt sie dar.

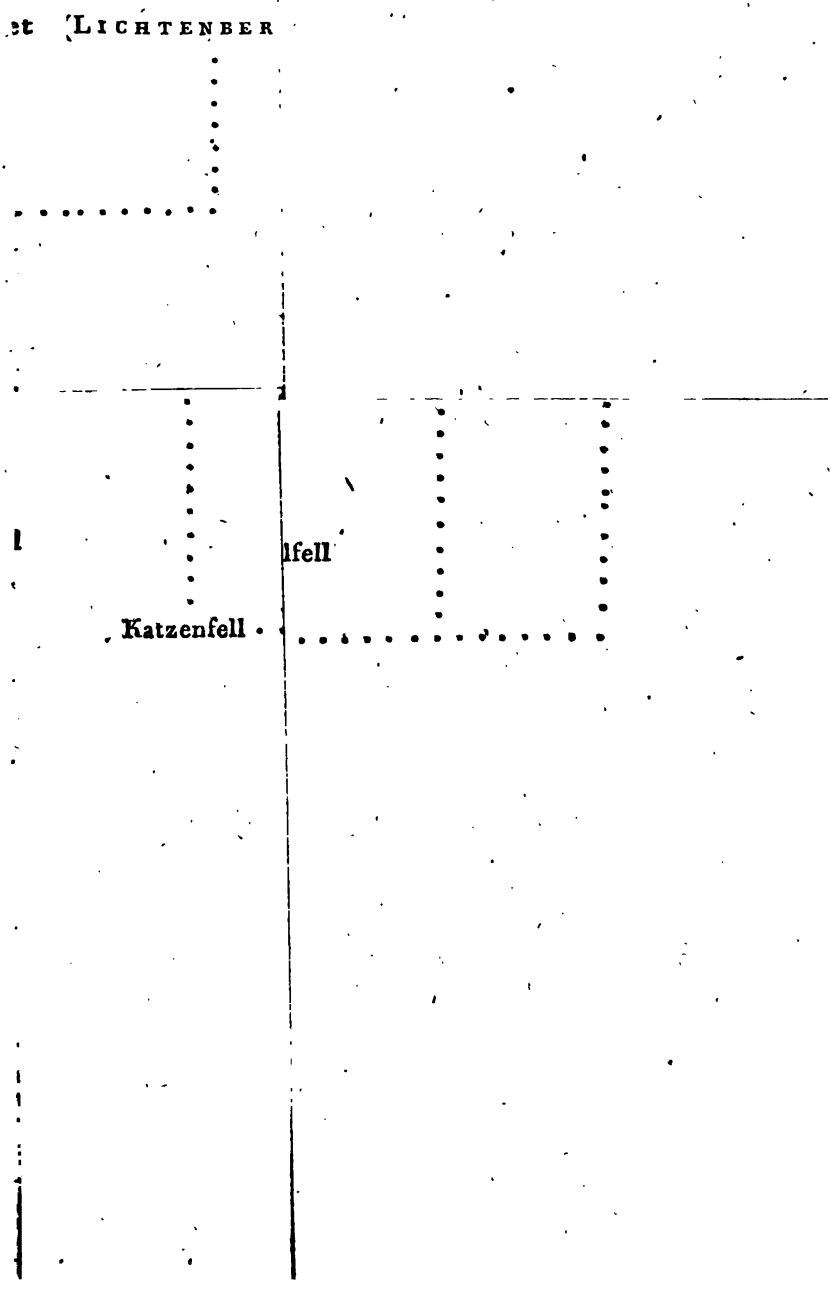
(Zu Seite 122. Zeile 4. v. u.)

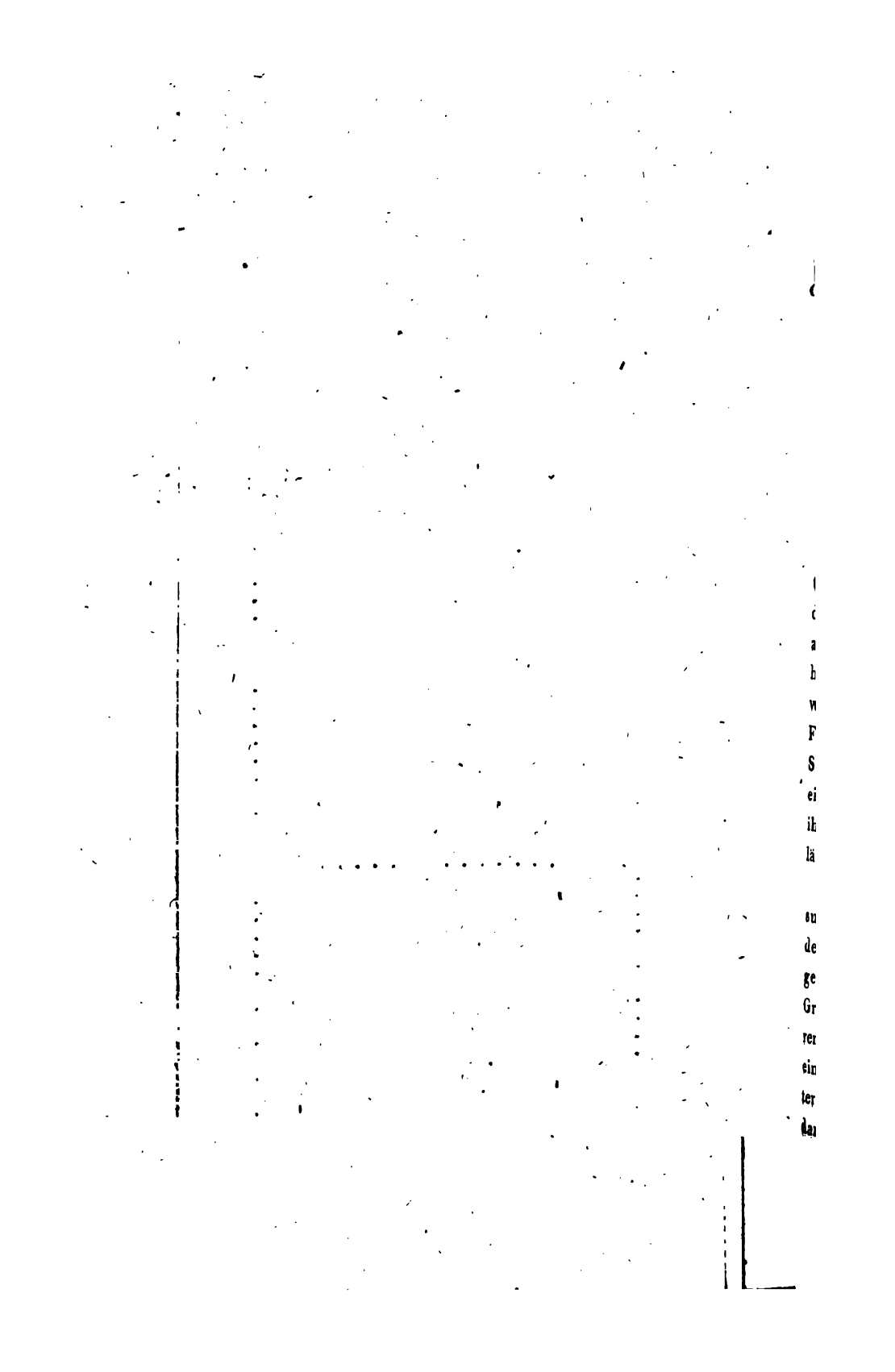
(Taf. IX.)



(Seite 122. 1. Zeile.)

(Taf. X.)





Eines der schönsten Resultate, welche diese Tafel liefert, ist, dass auch das Mannichfachste, und aus den verschiedensten Gegenden der Natur Entlehnte, sich dennoch zur Befolgung eines und des nemlichen Gesetzes vereiniget, dass auch unter den Isolatoren kein Körper so einfach oder so componirt seyn kann, dass er nicht sogleich einen Ort in der allgemeinen Spannungsreihe dieser Körper einnähme, und von diesem Orte aus sich verhalte, wie das strengste Gesetz der Reihe es nur von ihm fordern kann. Selbst das nur dem Nahmen nach Gleiche, sonst aber auf das mannichfaltigste Wechselnde, behauptet sich auf den verschiedenen Stufen, die es bey diesem Wechsel durchläuft, an jeder als ein regelmässiges Glied der Reihe. Ich habe in dieser Hinsicht mit Fleiss Beobachtungen, wie die über den verschiedenen Ort der Hand, der Finger, dieses und jenes Experimentators, in der Spannungsreihe, stehen lassen, weil in der That die eines jeden, in seinen Versuchen, und ohne dass ihm wohl ein Gedanke daran einfiel, sich als reguläres Glied der Spannungsreihe benahmen. —

Die vorigen Beobachtungen sind sämmtlich Resultate aus Versuchen, wo die beyden zu bestimmenden Körper auf ganz gewöhnliche Weise an einander gerieben wurden. Eine andere Art, wiewohl im Grunde auch durch Reiben, Electricität bey Isolatoren zu erregen, ist diejenige, wo die jedesmalige eine Substanz in Pulverform durch Siebe, deren Materie die andere vorstellt, geschüttelt wird, und dann am Electrometer die Electricität, die sie an

der Materie dieses Siebes erhielt, angiebt, so dass die Electricität der letztern allezeit die entgegengesetzte ist von der, welche das Pulver selbst erhält.

Auch diese Beobachtungen liefern Reihen, wiewohl nicht so weit ausgeführte, als die vorigen. Wir wollen aber sehen, wie auch, was und so weit sie es geben, aufs beste mit den Resultaten jener Versuche harmonirt.

Versuche dieser Art sind vor allen diejenigen, welche KORTUM in LICHTENBERG's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte, B. X. S. 15. liefert, und welche, da, besonders wegen schneller Folge der Versuche auf einander, Beobachtungsfehler nicht ganz zu vermeiden seyn mussten, eben deshalb um so schätzbarere Resultate geben, da, was sie zeigen, sich gleichsam mit Gewalt durch alle Umstände hindurch gewunden hat.

Folgende Tafel XI. mag sie mit möglichster Treue auf ähnliche Weise darstellen, als wir oben die anderen Beobachtungen geordnet haben. Um Raum zu gewinnen, merke ich sogleich hier an, dass seine Siebe aus Mousselin, schwarzem Tafft, weissem Tafft, Haar (wahrscheinlich von Pferden), und Silber, bestanden. Wo, was Isolator unter diesen Substanzen ist, in der Spannungsreihe der Isolatoren hinfalle, kann man grösstentheils aus der vorigen Tabelle abnehmen.

Die ganz oben stehenden Körper sind solche die mit allen Sieben — *E* erhalten; die ganz unten stehenden solche, die mit allen + *E* erhielten; die drey Abtheilungen in der Mitte sind nach dem häufigern + oder — entworfen.

(Taf. XI.)

Borax -, Zucker -, Zitronen -, Weinsteinsäure, kubischer Salpeter, Borax, Tartarus solubilis, Salmiak, Bittersalz, Alaun, weisser Zucker, Kandiszucker, Eisen -, Kupfer-, Zinkvitriol, Hornsilber, Bleyweiss, Mastikot, Mennige zwey Sorten, Rhasiergelb, Braunschweigergrün, Crocus Martis, blaue Schmalte Wismuthmagisterium, Zinnober, Stangenschwefel, Schwefelblumen, pulverisirter Quarz roh, und gebrannt, kohlensaure Talkerde, kohlensaure Schwererde, Alaunerde, rohe Kreide, gebrannter Thon, Bergblau, Berggrün, Umbra, geschlemmte Holz -, geschlemmte Beinasche, Bimstein, Schwerspath, Bernstein, Gagat, Gummi Laccae, Kopal, Drachenblut, Siegellack von allen Farben, Gummi arabicum, China, Rhabarber, Indigo, Galläpfel, Bärlappsamen, Saftgrün;

Glaubersalz, Tartarus vitriolatus, Seignettesalz, destillirter Grünspan, Bläuriger Gyps roh, und gebrannt, Gummi Guttae, Zimmt, Curcume, Lythargyrium, Mennige eine Sorte, Aur. mus. bronze;

Milchzucker, roher carrarischer Marmor, Glaspulver, Haarpuder, Os sepiae, Zinkblumen;

Digestivsalz, Tartarus tartarisatus, Aur. mus. grünl., obige Kreide gebrannt, der carrarische Marmor halb gebrannt, Pfeffer;

Kohlensaures Natron, kohlensaures Kali, (kohlensaures Ammoniak), Küchensalz, Salpeter, Karlsbader Salz, Aethiops martialis, Bleyzucker, Aur. mus. weiss, kohlensaure Kalkerde, Krebssteine, weissen Flussspath, roher Florentinischer Alabaster, Weizenmehl.

Ein anderer, und von KORTUM ganz unabhängiger Experimentator ist VASSALLI. Ich bedaure, nicht die sämmtlichen Arbeiten dieses vortreflichen Electrikers zur Hand haben zu können, denn schon aus der Uebersicht der wenigen von seinen Versuchen, die ich hier, so gern ich sie auch (aus Gründen) aus dem Original selbst entlehnen möchte, aus GILBERT's Annalen, B. VII. S. 498., anführen muss, wird man sehen, wie gross die Uebereinstimmung seiner mit denen von KORTUM ist.

(Taf. XII.)

Kieselerde, Thonerde, (kohlensaure) Talkerde, (kohlensaure) Schwererde, Zinnkalk, Zinkkalk, Eisenkalk, auch schwarzer, Wismuthkalk, Turpeth, Algarothpulver, arseniksaures Kali;

Glassieb, (auch Messingsieb)

Arsenik, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron *l*), (verschiedene Metalle in Pulver).

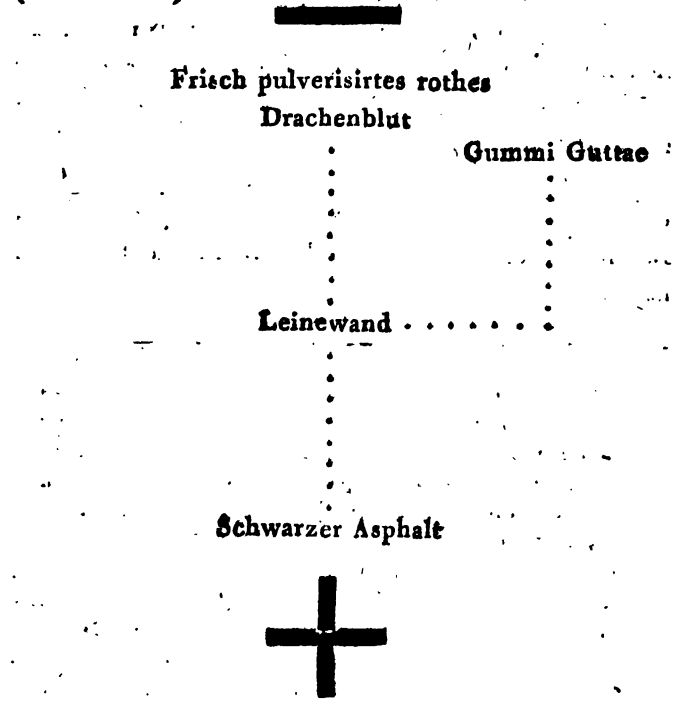
l) Aus der Dünne und Zartheit, in welcher VASSALLI das Glas zu seinem Siebe anwenden musste, ist zu

Noch nehmen wir einige Beobachtungen von VON GERSDORF aus GILBERT's Annalen, B. XVII. S 200. hierher, weil sie, wie wir nachher sehen werden, aufs schönste zeigen, wie Substanzen, die gegen ein und dasselbe Sieb verschiedene Electricitäten annahmen, auch wieder unter einander dieselben, und so vertheilt, annehmen, als es dem Begriff einer Spannungsreihe irgend entsprechen kann m).

schliessen, dass es in der Spannungsreihe zwischen polirtem Glas in Masse, und den feinen Theilchen des matten Glases, in der Mitte stand. Daraus folgt, dass Substanzen an ihm noch positiv werden konnten und mussten, die an polirtem Glas in Masse, schon negativ werden. In der Nähe des letztern aber stehn, zur negativen Seite Mousselin, schwarzer und weisser Taffe, zur positiven die Haare. Daraus folgt zu KORTUM's Bestätigung, wie Glaubersalz (schwefelsaures Natron), bey einerley Ort in der Spannungsreihe, bey ihm negativer scheinen muss, als bey VASSALLI, und eben so Tartarus vitriolatus (schwefelsaures Kali), (vergl. LICHTENBERG's Magazin, B. X. S. 15. die Tabelle, erste Columne No. 10. und 14.), ohne es doch wirklich zu seyn.

m) VON GERSDORF erzählt am ang. Ort vom pulverisirten Drachenblut die besondere Eigenheit, aus seinem negativen Verhalten gegen das Sieb, was von Leinewand ist, mit der Zeit in ein positives überzugehen. Kommt dieses daher, dass der Werth der Rauh- oder Mattheit, zu dem es mit dem Pulverisiren gekommen war, und der, eben so wie beym Glase und andern Körpern, niedere Positivität, Uebergang in Negativität, oder wo diese schon da ist, eine höhere, setzt, hier, etwa eines Wieder-Zusammenbackens, gleichsam Zusammenfliess-

(Taf. XIII.)



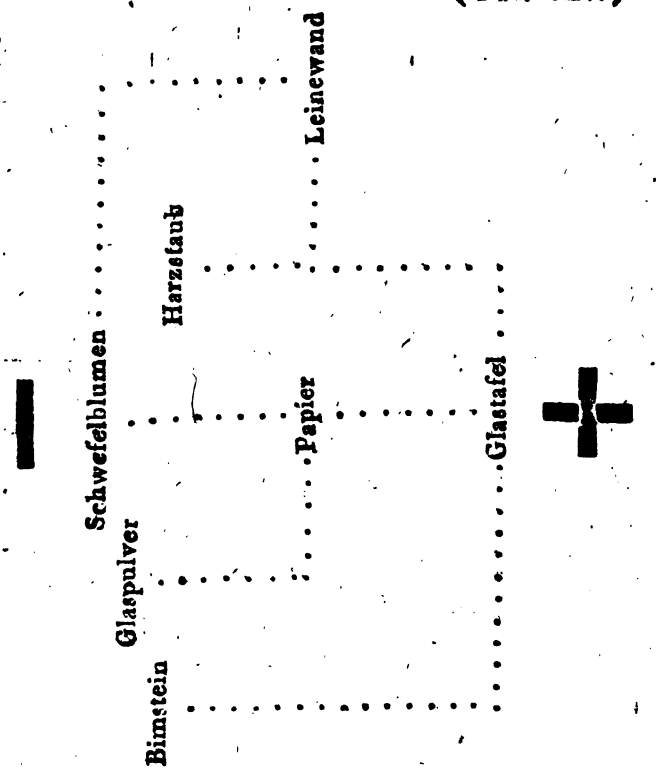
sens, der einzelnen Theilchen, welche in ihrer Getrenntheit u. s. f. die Rauhheit ausmachten, wegen, wieder mehr oder weniger verschwunden war? — Wurde dieses gegen die Leinewand nun positiv gewordene Drachenblutpulver, wenn es mit gegen dieselbe negativem Gummi Guttae zusammenkam, und sich an ihm rieb, darum doch von neuem wieder negativ, statt, wie man zunächst hätte denken sollen, positiv, dass bey diesem Reiben die Theilchen des Drachenbluts wieder aufgerieben, ihnen der Werth der Rauhheit wiedergegeben, sie gleichsam von neuem wieder pulverisirt wurden, und es nun in diesem neuen Zustande von Pulve-

Versuche, die den vorigen ähnlich, jedoch in sofern von ihnen verschieden sind, als die Substanzen nicht durchgesiebt werden, sondern beym Herabfallen von gegebenen Körpern durch die dabey vorgehende Berührung mit ihm, oder Reibung an ihm, sich electrisiren, sind die von CAVALLO in seiner Abhandlung der Lehre von der Electricität, B. II. S. 4. erzählten. Sie geben folgendes mit allem Vorigen harmonirende Resultat.

---

risirung, Rauhheit u. s. w., in den der blosse Durchgang durch die Leinewand es nicht versetzen konnte, wieder zu so hoher Negativität gelangt war, dass es nun selbst mit dem Gummi Guttae noch negativ wurde? — Auf diesem oder irgend einem solchen zufälligen Umstande muss der Ausgang des GERSDORF'schen Versuchs S. 203. beruht haben.

(Taf. XIV.)

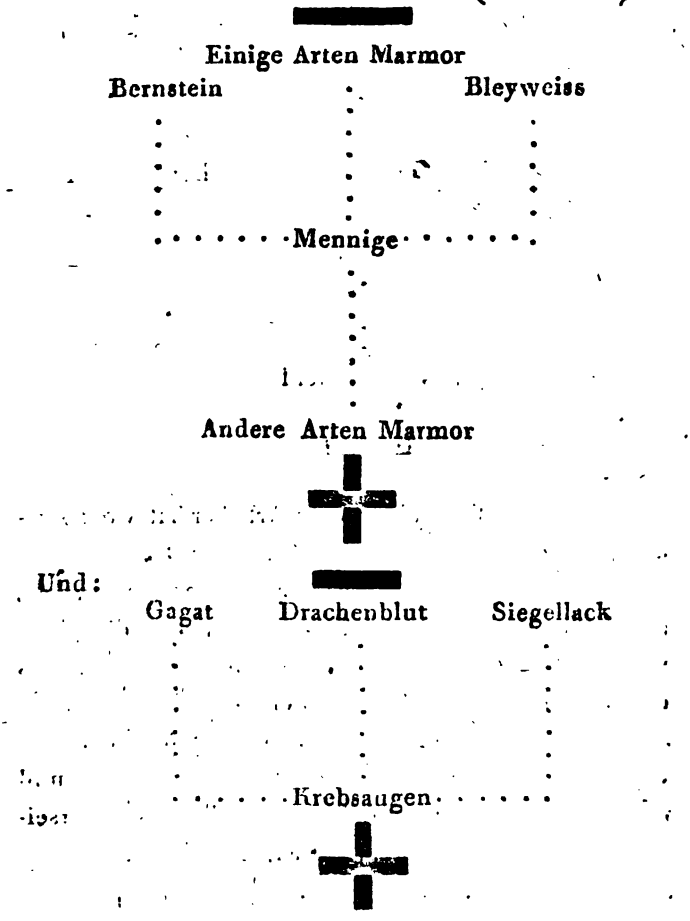


Endlich gehören hierher auch noch diejenigen Versuche, in denen man zwey verschiedene Substanzen in Pulverform mischt, und diese Mischung mit oder ohne Sieb, Pudertuch u. s. w., auf positiv und negativ geladene Stellen einer Glas-, Harzplatte, u. s. w., streut oder stiebt. Dasjenige der beyden gemischten Pulver, welches an dem andern negativ geworden ist, ziehen darauf die positiven, das, was positiv geworden, die negativen Stellen an; jene stellen Sterne, diese runde Flecken dar.

Villars n) machte dergleichen Versuche zuerst, und zwar mit Mennige und Schwefel, wovon erstere sich positiv, letzterer negativ, zeigte.

Kortum's o) Versuche liefern:

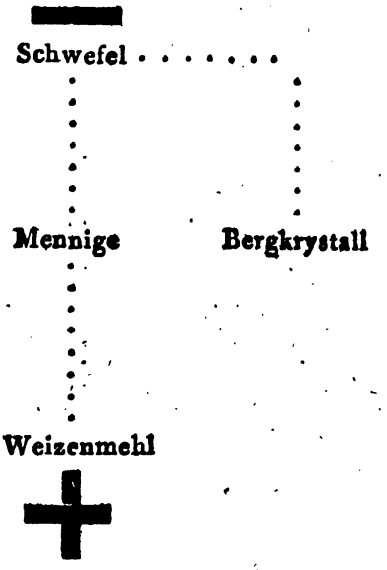
(Taf. XV.)



n) S. Lichtenberg's Magazin, B. V. St. 4. S. 176.
o) S. daselbst, B. X. S. 3 — 9.

Aldini's p) Versuche, soweit er blosse Isolatoren anwendet, geben:

(Taf. XVI.)



Die meisten Versuche dieser Art aber hat von Arnim q) angestellt. Sie geben die schöne Tafel XVII.

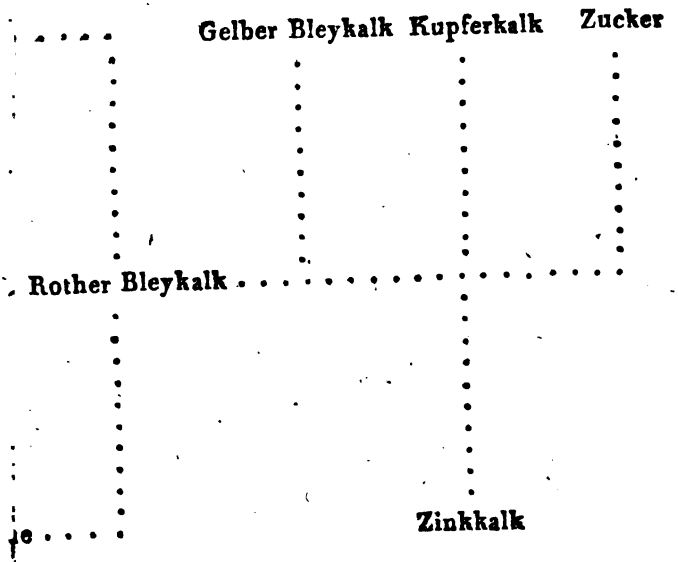
Wir bringen gegenwärtig auch die Tabellen XII. bis XVII. in eine gemeinschaftliche, um die Spannungsreihe zu sehen, die aus ihnen hervorgeht. Aus der Kortum'schen Tabelle nehmen wir, der Kürze wegen, nur so viel herein, als dienen kann, um verschiedene Körper noch näher zu bestimmen, und überhaupt einige merkwürdige Verhältnisse derselben mehr zu bezeichnen. Taf. XVIII. stellt diese gemeinschaftliche Tabelle dar.

---

p) S. Voigt's Magazin, B. II. St. 1. S. 79. 80.
q) S. Gilbert's Annalen, B. V. S. 35 — 37.

(Zu Seite 132. Zeile 12. v. u.)

(Taf. XVII.)



Seite 132. 1. Zeile.)

Vergleicht man sie jetzt mit den einzelnen Tabellen, aus denen sie hervorging, so wird man mit Vergnügen abermals bemerken, wie sich auch hier die Beobachtungen der verschiedensten Experimentatoren gegenseitig bestätigen, wie keine mit der andern in einem Widerspruche steht, vielmehr alle aufs Beste unter einander harmoniren.

Die meisten Glieder der Reihe sind zu den Versuchen, wie es die ganze Art derselben gab, in Pulverform angewandt worden. Wieweit dieses auf das electrische Verhalten der verschiedenen Substanzen Einfluss habe, ist bekannt. Es erzeugt durchgängig mindere Positivität, Uebergang aus dieser in Negativität, oder wo diese schon in hohem Grade da, eine noch höhere. Mit der Zerkleinerung verlässt jeder Körper, jeder Isolator, seinen Ort, und geht dem negativen Ende der allgemeinen Spannungsreihe, der Isolatoren näher. Aber diese Veränderung des Orts kann nicht bewirken, dass der Körper nunmehr das Gesetz der Spannungsreihe nicht ferner beobachte. Er hält es an diesem seinem neuen Ort eben so streng mit, als an seinem vorigen alten, und das Beyspiel fehlt noch, was eine Ausnahme hiervon lehrte.

Vergleicht man endlich Taf. XVIII. mit Taf. X., wo die Körper geordnet sind, wie sie sich in Massen verhalten, so wird man wiederum die möglichste Uebereinstimmung vorfinden. Der Schwefel, der gegen Siegellack in X. negativ war, ist es auch in XVIII., wo beyde Pulver sind; beyde sind es

wiederum gegen Papier u. s. w., in der einen, wie in der andern. Wir dürfen glauben, dass, wenn Beobachtungen genug vorhanden wären, Taf. X. und XVIII. wieder in Eine zu verarbeiten, auch in dieser wieder Alles das Gesetz der Spannungsreihe streng befolgen, und dass nicht Ein Fall vorkommen würde, wo der Körper *a*, in Masse oder Pulver, der gegen *b* positiv oder negativ war, es nicht auch gegen *c* seyn werde, und umgekehrt. Es kann mit keinem Körper eine Veränderung vorgehen, die ihn von diesem Gesetze ausschlösse; was auch aus ihm werde, immer wird er oder sein Product, vor wie nach, seinen Ort in der Reihe behaupten, bloss dieser selbst wird ein anderer seyn. —

Wir haben im gegenwärtigem Abschnitt gesehen, dass auch die Isolatoren, und, so weit wir untersuchen konnten, ohne Ausnahme, eine wahre Spannungsreihe bilden. Doch haben wir diese Reihe für das, was sie seyn sollte, bis jetzt nur aus der Eigenschaft gehalten, dass jedes gegebene Glied in ihr mit allen über ihm positiv, mit allen unter ihm negativ electrisch wurde.

Ein zweytes Gesetz einer guten Spannungsreihe aber ist, dass die Spannung, zu der zwey Körper in ihr gelangen, oder gelangen können, um so grösser ist, je grösser der Abstand dieser Körper in der Reihe von einander ist. Schon daraus, dass dieses Gesetz eigentlich nur eine Folge des vorigen ist, dürfen wir erwarten, es auch bey den Isolatoren bestätigt zu sehen.

Wieder aber sagt schon BERGMAN, der ganz eine solche Reihe von Isolatoren meinte, als wir eben aufgeführt haben, als Fortsetzung der oben von ihm angezogenen Stelle: Je kleiner in diesem Falle die Distanz zwischen den geriebenen Körpern ist, desto schwächer ist, wenn übrigens die andern Umstände einander gleich sind, die Electricität; derohalben ist dieselbe zwischen *A* und *E* stärker, als zwischen *A* und *B*.

Auch darf man bloss die von uns in I. bis IX. nur angeführten Versuche an Ort und Stelle nachsehen, um häufig die Bemerkung zu finden, wie zwey in unserer Reihe X. wenig von einander abstehende Körper beständig eine weit schwächere Spannung annehmen, als zwey weit von einander abstehende.

Auch in XI. bis XVIII. findet man dieses sehr oft; doch liegt es schon in der Natur des Versuchs, dass man hier nicht mit aller Gewissheit auf die Beobachtung des gedachten Gesetzes bis ins kleinste rechnen kann, weil in diesen letzten Versuchen der Grad des Reibens, den die zwey Körper an einander erleiden, nicht so zur Gleichsetzung in der Hand des Experimentators steht, als in I. bis X., bey Isolatoren aber, worauf sich auch BERGMAN bezieht, nur dann die Grade der Spannung den Abständen der Körper, die sie geben, in der Reihe, entsprechen können, wenn der Grad des Reibens bey allen derselbe, oder endlich er überhaupt so weit getrieben

ist, dass ein ferneres Reiben die durch das frühere erhaltene Spannung nicht ferner zu erhöhen vermag.

Aber, wie erwähnt, dem allen ohngeachtet, findet sich auch in XI. bis XVIII. fast beständig, dass ausgemacht sehr weit von einander abstehende Körper, auch ausgemacht viel stärkere Spannung geben, als nur wenig von einander entfernte. Man vergleiche z. B. bey KORTUM in LICHTENBERG's Magazin, B. X. St. 2. S. 15., die Stärke der Electricität bey Säuren, bey Alkalien, bey Schwefel und Mennige, bey Bernstein und Zinkkalk, bey Siegellack und Glaspulver oder Braunsteinkalk u. s. w.; bey VON ARNIM in GILBERT's Annalen, B. V. S. 33 — 37., Schwefel und Mennige und Siegellack, Kieselerde und Siegellack und Mennige, u. s. w. Es ist daher kein Zweifel, dass, wenn auch in den Pulverversuchen die Reibung überall wenigstens nahe gleich stark gesetzt werden könnte, auch in ihnen die Grösse der Spannung in dem nemlichen Grade genau mit dem Abstande der Körper oder ihrer Pulver in der Reihe wachsen würde, als wo man Massen gegen Massen bringt, und die Hand des Experimentators von selbst die Reibung mehr oder weniger gleichförmig geschehen lässt.

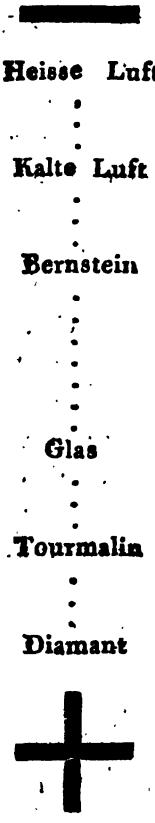
Ein schönes Beyspiel noch, zu beyder Bestätigung, geben uns die WILSON'schen Versuche über die Erregung der Electricität an Tourmalin, Glas und Bernstein, durch gegen dieselben gerichtete

Luftströme r). Alle diese Körper wurden positiv, folglich die Luft negativ, aber der Bernstein bekam weit weniger + *E*, als der Tourmalin. Man sehe aber in Taf. X., verglichen mit Taf. XVIII., wie sehr weit Bernstein und Tourmalin in der Spannungsreihe von einander abstehen; Tourmalin steht auf der positiven, Bernstein aber sehr weit auf der negativen Seite derselben. Ferner sah Wilson die auf solche Art erregte Electricität beym Glase stärker, als beym Bernstein, aber schwächer, als beym Tourmalin. Daraus folgt, was obige Tabellen noch nicht, wohl aber die eben angeführten Thatsachen nun geben, dass Tourmalin selbst noch gegen Glas positiv seyn müsse. Ferner sah er, das heisse Luft mit denselben Körpern weit stärkere Electricität, weit grössere Spannung, setzte, als kalte. Daraus folgt wieder, dass, wie vorhin kalte Luft gegen alle Körper negativ war, heisse Luft selbst wieder gegen kalte negativ seyn müsse. Endlich sah Wilson den bisher gegen alles positiven Tourmalin, doch gegen Diamant wieder noch negativ werden. Dies zusammen liefert für die genannten Körper folgende Spannungsreihe:

---

r) Priestley's Geschichte der Electricität. S. 142. 143.

(Taf. XIX.)



— eine Reihe, mit der wir nebenbey noch für die Folge vieles gewonnen haben, da sie mit ihren beyden Enden, wie es scheint, fast an den Grenzen der möglichst allgemeinsten Spannungsreihe aller Körper spielt. —

Ein drittes Gesetz jeder ächten Spannungsreihe, wiewohl im Grunde wieder nichts, als nur der ge-

nauere Ausdruck des vorigen zweyten, ist, dass die Spannung zweyer Körper *a* und *z* jedes Abstandes in ihr, gleich ist der Summe aus der einzelnen Spannung von *ab*, *bc*, *cd*, u. s. w., bis und mit *yz*. Dass aber auch dieses Gesetz in der Spannungsreihe der Isolatoren ebenfalls herrsche, liegt schon, mehr oder weniger, in dem, wodurch bewiesen wurde, dass auch das zweyte Gesetz von ihr gelte. Nur dass es uns noch an directen Versuchen fehlt, welche zeigten, dass die grössere Spannung, welche zwey Körper *a* und *c*, die zweymal, dreymal oder viermal so weit in der Reihe von einander abstehen, als ein dritter *b* von *a* oder *c*, auch in der That genau zwey-, drey- oder viermal so gross ist, als die von *ac* oder *bc*. Auch sind die Versuche nicht so leicht geschehen, als z. B. bey den Metallen. Was man von letzteren auch bey ihnen vergleiche, in der Säule die Electricitäten, die sie während ihrer Berührung, oder ausser der Kette und Säule, die, welche sie nach aufgehobener Berührung, nach dem Wegfallen des aus ihrem electrischen Atmosphärenspiel hervorgehenden gegenseitigen Sich-condensirt-Haltens, was während jener Berührung Statt hatte, einzeln zeigen: Bey den Isolatoren hält beydes viel schwerer. Es soll noch entschieden werden, ob auch Isolatoren bey blosser, nur recht guter Berührung, sey es auch nicht wie bey den Metallen fast im Moment, sondern erst nach einer der Isolation des Körpers angemessenen Zeit, eben so zu der Spannung, welche ihnen das Gesetz der Reihe zur möglichsten giebt, gelangen, als Leiter; oder ob

die Reibung, ausser einem wirklich Statt habenden Einfluss anderer Art, noch etwas ganz anderes, als blosse gute und viele Berührung, sucht und giebt. Sodann ist zu bedenken, dass diese Electricitäten eben bey Isolatoren, unmittelbar, ganz unzugänglich sind, weil sie auf die, zur Berührung, zum wahren Zusammenseyn, sich nothwendig deckenden Flächen eingeschränkt sind, und bey jeder zu erreichenden Entfernung von diesen Flächen, es nicht mehr, wie bey Leitern durchaus, diese Electricitäten selbst sind, sondern blosse, was durch Atmosphärenwirkung in dieser Entfernung secundär gesetzt ist. Und was die Electricitäten nach aufgehobenem Conflict, — der bey Isolatoren, (wie z. B. an der Electrisirmaschine), auch schon mit dem aufgehobenen Conflict bestimmter Flächen gegeben ist, — betrifft, so müsste man neben dem, dass man wüsste, dass die Reibung in dem, was sie zur wirklichen Setzung aller einem Körperpaar nach dem Gesetz der Spannungsreihe möglichen Spannung zu thun hat, wirklich gethan haben, den Grad der Condensation ganz genau wissen, den die beyden entstandenen Electricitäten während dem Conflict der Körper, an deren Flächen sie entstanden, erlitten, und der, nach der Innigkeit dieses Conflicts, seiner Dauer, und dem mehreren oder minderen Isolement des einen oder beyder Körper, einer Menge Variationen unterworfen seyn kann. Zu allen diesen Bestimmungen muss die Zukunft erst Mittel und Wege geben, und man muss sich wundern, wie bey allem dem, zeitherige Versuche noch so harmonirende

Resultate geben konnten, als sie zur Bestätigung des obigen zweyten Gesetzes vorhanden waren, und daraus, wie wir bereits thaten, schliessen, dass auch das dritte Gesetz von den Isolatoren gelte, und der Mangel einer scharfen unmittelbaren Wiederfindung desselben in den Beobachtungen, bloss in der ausserordentlichen Schwierigkeit dazu tauglicher Versuche liege.

Und so müssen wir denn wohl überhaupt, beym Zurückblick auf die in diesem Abschnitt angestellten Untersuchungen, bekennen, dass, was bisherige Versuche irgend thun konnten, sie gethan haben, um uns zu beweisen, dass auch die Isolatoren der Electricität eine allgemeine Spannungsreihe bilden, die, so weit die Versuche reichten, in allem ähnlich der ist, welche wir früher für die Leiter aufstellten, und dass nicht Ein Versuch das Gegentheil anzeigte.

Es ist wahr, wir haben nicht alle Isolatoren, die es giebt, vergleichen können. Es ist vielmehr nur ein sehr kleiner Theil gewesen. Selbst was von Beobachtungen wirklich da ist, haben wir nicht alles versammelt. Wir haben genommen, was uns zuerst in die Hände fiel, ohne Auswahl, und ohne Verläugnung auch nur einer einzigen. Aber keine hat uns widersprochen.

Auch waren die Beobachtungen, auf welche wir baueten, ebenfalls nicht etwa Resultate von Versuchen angestellt mit ganz besonders ausgewählten Körpern. Was ein guter Hauswirth täglich um sich

hat, was man aus jeder Apotheke stündlich holen lassen kann, aus allen Reichen der Natur etwas, was das Material derselben. Es konnte nichts geschickter seyn für unsern Zweck.

Kaum dass es uns noch eine Frage übrig lässt, die wir so vieler Uebereinkunft des Eigenthümlichen der Spannungsreihe der Isolatoren, mit dem der gleichen Reihe der Leiter, wegen, wohl thun müssten, die: ob auch in dieser Spannungsreihe der Isolatoren, eine ähnliche Trennungsfähigkeit der grossen Einen Reihe in scheinbar Zwey, in eine erste und zweyte Klasse, vorkomme, als bey der oben aufgefundenen grossen Einen Reihe der Leiter? —

Da dort hierzu ein chemischer Process zwischen den zwey sich Spannung setzenden Körpern erfordert wird, so ist dasselbe hier wohl ebenfalls gewiss. Doch war er immer noch auf diese Spannung ohne Einfluss, und überhaupt nicht der, der darauf Einfluss haben konnte, so lange nicht der eine von jenen zwey Körpern ein fester oder trockner, der andere ein flüssiger oder feuchter war, so lange der Process kein Oxydationsprocess des erstern durch das Oxygen des andern, und zwar das Oxygen des Wassers dieses andern, war. Nun haben wir aber in unsrer Spannungsreihe der Isolatoren, so weit wir selbige aufstellten, nicht Einen flüssigen Isolator mitbegriffen. Vorerst in ihr konnte also ein solcher Process, wie er zur Bildung „zweyer Klassen" erfordert wird, zwischen keinen zwey Gliedern der Reihe vorfallen. Wie viele flüssige Isolatoren aber

haben wir, die auf feste Isolatoren eine ähnliche Wirkung äusserten, als auch nur aufgelösstes Kochsalz oder Wasser auf Metall? — Ist Einer unter ihnen, welcher Wasser, dieses allen Körpern, damit sie zweyte Klasse werden können, so gänzlich unentbehrliche Ingredienz, als solches, enthielte? — Weingeist, fette, ätherische, empyrevmatische Oele, Naphthen, Bergnaphthe, flüssige Harze, Erdharze, Balsame u. s. w., sind in ihrem reinen Zustand sämmtlich ohne Wasser, und enthielten sie zufällig welches, so sind nicht mehr Isolatoren, sondern im Grade dieses ihres Wassergehalts Leiter, und zwar, da, wie man sagen kann, dies Wasser selbst nur ihr leitender Theil ist, der zweyten, d. i. gleichen Klasse mit ihm fähige Leiter. Sie hören es sogleich zu seyn auf, als man sie davon befreit, und sie zu ihrer gehörigen ursprünglichen Reinheit zurückbringt.

Feste Harze, Wachs, Schwefel, Phosphor u. s. w., die nach ihrer Schmelzung allerdings minder isoliren, zum Theil sogar schon ziemlich leiten, thun es dann meist nur des auch im festen Zustande in ihnen, aber im Zustande des isolirenden Eises enthalten gewesenen Antheils Krystallisationswassers zu Folge; dann ist aber eigentlich dieses Wasser der Leiter. Dasselbe gilt von den in ihrem Krystallisationswasser geschmolzenen Salzen, und eben so gewiss auch noch von denjenigen Salzen u. s. w., welche, nachdem sie auch dieses ihres Wassergehaltes beraubt sind, bey höherer Temperatur zum zweyten Male fliessen, indem auch sie gewiss noch

einen zweyten Antheil Wasser so fest zurückhielten, dass ihn die vorige Austrocknung nicht mit dem ersten sogleich entfernen konnte, und sie nun in diesem zweyten Theile ihre neue Schmelzung beginnen. Ja es ist zu erwarten, dass Versuche zeigen werden, wie selbst geschmolzene Gläser, Erden u. s. w. aus dieser Ursache schmelzbar waren, und leitend werden konnten *s*). Ueberhaupt gehören alle durch Wärme, Hitze, oder Gluth, leitend gewordenen Isolatoren, eben dieser ihrer Leitung wegen, nicht mehr in diesen, sondern in den vorigen Abschnitt.

Nur flüssige Isolatoren, insofern sie wirklich isoliren, also, können uns, aus den angezeigten Gründen, hier interessiren. Sie halten in ihrem reinen Zustande sämmtlich kein, durch ein, keine Mischungsveränderung in ihnen hervorbringendes Reagens, erfahrbares Wasser. Es geht ihnen also gänzlich diejenige Bedingung ab, die nach allem, was wir gesehen haben, zur Werdung einer „andern Klasse" so durchaus nöthig wäre. Auch bestätigt alles diese Abwesenheit solchen Wassers in ihnen aufs Beste. Sehen wir die Reihe der Isolatoren durch, und wenden alle isolirende Flüssigkeiten, die uns beyfallen wollen, als Weingeist, Oele, Naphthen u. s. w. auf ihre Glieder nach einander an, so finden wir überall bloss Lösung oder auf Lösung

s) Vergl. Gilbert's Annalen, B. IX. S. 290.; Voigt's Magazin, B. VI. S. 100.; u. a. O. m.

sich reducirende Extraction, und so lange wir auch unter den obgleich fast unzähligen noch nicht in unsere Reihe aufgenommenen Isolatoren suchen, nie etwas anderes, als dieses. Auch isoliren diese Lösungen, und die darauf sich reducirenden Extractionen, von neuem. Nirgends also finden wir, so lange Isolatoren nur solche bleiben, zwischen zwey von ihnen, welche es auch seyen, das geringste von dem, was sich im vorigen Abschnitt bey den Leitern so durchaus nothwendig für Bildung „zweyter Klasse" erwiess. Ueberall fehlt also die Möglichkeit einer solchen bey ihnen, und Isolatoren, so lange sie dies bleiben, sind überhaupt nur Glieder Einer und derselben Klasse.

Oder: giebt etwa schon die Verschiedenheit des Zustands des Festseyns des einen und des Flüssigseyns des andern von zwey Isolatoren, das einzige, was uns, da wir noch keine Versuche über das Verhalten fester gegen flüssige Isolatoren und umgekehrt, erwähnten, zu fragen übrig bleibt, einen Unterschied ab, der eine Abweichung vom Verhalten nach bloss Einer Reihe mit sich bringen könnte? — Keinesweges. Geschmolzener Schwefel z. B., auf Glas ausgegossen, giebt diesem Glase noch immer $+E$, während er selbst $-E$ wird, eben so, als wenn beyde, kalt und starr, an einander gerieben werden. Auch ist die Spannung beyder weder grösser noch kleiner, als sie von diesen beyden Körpern unter diesen Umständen, dem Gesetze Einer

Reihe, Einer Klasse zu Folge, zu seyn hat t). Dasselbe geschieht beym Ausgiessen anderer geschmolzener Isolatoren auf Glas oder andere feste Körper. Alles, was aus den über dergleichen angestellten Versuchen folgt, ist, dass der Zustand der Flüssigkeit, (wie schon Wärme bey Isolatoren überhaupt), eine höhere Negativität, einen dem negativen Ende der Spannungsreihe näher liegenden Ort des Körpers, zur Folge hat, als er in seinem festen Zustande besitzt und einnimmt.

Und so können wir, und früher, als den vorigen, auch diesen Abschnitt mit dem Resultate schliessen, dass, wie die Leiter, so auch die sämmtlichen Isolatoren der Electricität, vom Gestein des Felsen bis zum Glanzgewebe der Luft, Eine Folge, Ein Gemeinschaftliches System, bilden, dessen strenges und überall Eine Gesetz, durch keinen Umstand, keine Gewalt, auch um das Mindeste in seiner Herrschaft wandelbar ist.

---

t) S. Wilke in Priestley's Geschichte der Electricität, S. 147.

Vierter Abschnitt.

System der Leiter und Isolatoren.

Das Electrische System der Leiter und das Electrische System der Isolatoren bilden Ein System. Die Spannungsreihe jener und die Spannungsreihe dieser sind Eine und die Nemliche, und wir haben in den vorigen Abschnitten nichts gethan, als einem bequemen Herkommen zu Gefallen, diese Reihe und ihr Gesetz in denjenigen ihrer Glieder, welche leiten, und dann in denen von ihnen, welche isoliren, in jeder besonders, aufgezeigt und dargethan. Wir brachten im einen Falle bloss Leiter mit Leitern, im andern Falle bloss Isolatoren mit Isolatoren zusammen. Jetzt bringen wir Leiter mit Isolatoren, und Isolatoren mit Leitern zusammen, und sehen, wie der durch jede solche Bestimmung einem Leiter (dass wir so sagen) einstweilen gewordene Ort in der Spannungsreihe der Isolatoren, sich auch durch das Verhalten dieses Leiters gegen alle übrigen Iso-

latoren bestätigt, und eben so, dass der nach jeder solchen Bestimmung einem Isolator in der Reihe der Leiter einstweilen gewordene Ort, sich durch das Verhalten dieses Isolators gegen alle übrigen Leiter ebenfalls bestätigt, dass also Leiter wie Isolatoren zusammen, auch — wie es scheinen möchte, bey der regelloseften Vertheilung durch einander, von neuem wieder nur Eine Grosse Allgemeine Spannungsreihe, Ein Syftem bilden, was, da alles, was Körper genannt wird, entweder, wie wir sagen, leitet oder isolirt, überhaupt Alles, was Körper auf Erden ist und heisst, umfasst, und damit als Electrisches System der Erde selbst erscheint.

Wir werden hierzu nicht die Fülle von Beobachtungen vorfinden, die wir zur Festsetzung des Früheren zur Hand haben konnten. Um so schätzbarer und bedeutender wird es seyn, wenn das Wenige, was vorhanden ist, und nach Verhältniss sich uns darbietet, von der Art ist, dass wir ihm zu Folge diesen Abschnitt mit denselben Worten schliessen können, mit denen wir ihn hier Ankündigungsweise begannen.

Zunächst stellen wir zum gegenwärtigen Geschäft die Spannungsreihe der Isolatoren und die der Leiter, jede in einem kurzen Auszug neben die andere.

Isolatoren	*Leiter*
Schwefel	Wasser
Siegellack	Magnesiumoxyd
Schwarze Seide	Graphit
Weisse Seide	Erde
Papier	Kohle
Holz	Silber
Wolle	Kupfer
Glas	Eisen
Tourmalin	Bley
Diamant	Zink

Fast jeder Experimentator oder Sammler, dessen Beobachtungen uns die Reihen I bis XVIII. geben, hat in denselben auch einiger Metalle oder Leiter gedacht. LICHTENBERG führt an, dass Metalle mit Seide positiv, mit Haaren, Glas, Siegellack und mattgeschliffenem Glas aber, negativ werden. Er nennt indess diese Metalle nicht besonders. WILKE setzt nach dem Schwefel in II. ebenfalls noch Metalle, führt sie aber wieder nicht besonders auf, sondern bemerkt bloss, von dem Bley, dass es mit Schwefel positiv werde *). Diesemnach fiele dasselbe also gewiss zwischen Schwefel und das positive Ende der Isolatorreihe. Doch müssen wir gleich hier bemerken, wie viel, beym Versuch mit Leitern gegen Isolatoren, auf die Anbringungsart beyder an einander, auf die Art der Reibung, und ob bey dieser Reibung das Metall mit Schärfe, Ecke, Kante oder Fläche an dem Isolator hin- und hergeführt wird, ankomme; alles Umstände, die auf die Vertheilung der Electricität, welche Folge dieses Reibens ist, von grossem Einfluss sind. Ehe wir auf diese Umstände näher zurückkommen können, werden wir also nur diejenigen Fälle zu den unsrigen machen, wo, wie bey blossen Isolatoren unter einander, so viel wie möglich Fläche gegen Fläche in Reibung gekommen ist. Von WILKE's Versuch geben die Umstände es, weshalb wir ihn auch beybehalten.

*) Vergl. PRIESTLEY's Geschichte der Electricität S. 148.

Wilson erhielt bey gleichem Verfahren, als er Siegellack gegen Silber rieb, ersteres negativ, letzteres, das Silber, positiv. Gleicherweise wurde Stahl an Siegellack positiv, dieses negativ v).

Canton senkte Isländischen Krystall w) in Quecksilber. Nach dem Herausnehmen auf eine Art, die in dem Resultat nichts ändern konnte, fand er jenen positiv, dieses negativ. Auch Bernstein, Glas und Siegellack wurde an diesem Quecksilber positiv, das Quecksilber negativ. Canton's Quecksilber stand also noch über dem Bernstein, und regelmässig wurde es von diesem ihm am nächsten liegenden Körper aus, eben so gut auch mit dem weiter von ihm abstehenden Siegellack, Isländischen Krystall und Glas negativ, wie mit jenem.

Bey Cavallo x) findet man Eisen gegen Seide aller Art und Farbe positiv. Es wird eben so gut positiv mit dem entfernter von ihm liegenden Siegellack. Eben so zeigt sich bey ihm y) das Silber, was bey Wilson gegen Siegellack positiv war, noch gegen schwarze Seide positiv. Das Eisen bestätigt sich gegen Seide, und

---

v) S. Priestley a. a. O. S. 144.

w) Er steht noch unter der Wolle, d. i. wird mit ihr noch positiv.

x) S. dessen Abhandlung d. Lehre v. d. Electricität, B. I. S. 25. 308. u. a. O.

y) S. daselbst S. 21.

noch kommt Messing, als gegen schwarze Seide positiv, dazu.

Hauy z) findet Graphit gegen Siegellack und Harz noch negativ.

Kortum findet in XL Magnesiumoxyd gegen alle seine Siebe negativ, ja selbst gegen das Silbersieb. Nun findet man bey Cavallo Silber noch gegen schwarze Seide positiv. Magnesiumoxyd, als in der Spannungsreihe der Leiter weit negativer wie Silber, sollte also nach dem Gesetze Einer Reihe geschlossen, auch gegen die schwarze Seide entweder minder positiv als Silber, oder sogar negativ werden. Aber unter Kortum's Sieben war von zwey seidenen, das eine schwarz, und gegen alle, also auch gegen dies, wurde es wirklich negativ. Von Arnim findet es darauf in XVII. gegen Siegellack wieder positiv. Magnesiumoxyd stände also zwischen Siegellack und schwarzer Seide in der Mitte.

Magnetstein, der häufig ein Leiter ist a), und dessen Krystalle, wie schon Rome' de Lisle bemerkte, beständig leiten b), zeigt sich bey Cavallo c) gegen Hasenfell negativ, gegen schwarze Seide aber positiv. Wolle nun steht in der Span-

---

z) S. dessen *Traité de mineralogie*, T. III. p. 102.

a) S. m. Beyträge, B. I. St. 4. S. 227.

b) S. Hermbstaedt's Bibliothek der phys. chem. Literatur, B. II. S. 221.

c) S. dessen Abhandlung d. Electricität, B. I. S. 22. 23.

nungsreihe der Isolatoren zwischen Hasenfell und schwarzer Seide. Gegen diese sollte also der Magnetstein entweder minder positiv als mit schwarzer Seide, oder minder negativ als mit Hasenfell, werden. Gleichsam beydes aber bestätigt uns Hauy *d*). Gewöhnlich wurde er mit Wolle negativ, dies aber doch so schwach und unzuverlässig, dass der geringste Einfluss eines andern Umstandes (wie Reibungsart u. s. w.) ihn zur Annahme positiver Electricität umstimmte. Eben so veränderlich fand er den Eisenglanz. Diesen, (sobald er leitete), fand ich aber mit den Krystallen des Magneteisensteins in eigenen Versuchen in der Spannungsreihe der metallischen Leiter, fast am selbigen Orte. Dass er also auch hier gleichem Schicksal ausgesetzt ist, ist ganz nach Forderung. Beyde, und dazu noch der Stahl *e*), standen in letzterwähnter Reihe in der Nähe des Eisens, nicht über die Distanz von Eisen und Kupfer von ersterem entfernt, Stahl sogar fand ich beständig ihm noch näher. Dieser aber wurde bey Hauy *f*) constanter und zwar positiv, als Eisenglanz und Magnetstein negativ, mit Wolle.

Messing, welches bey Vassalli gegen vollkommenen Eisenkalk positiv war, wurde es auch gegen den nach von Arnim negativern unvollkommenern Eisenkalk.

---

d) S. Gehlen's Neues Allg. Journ. d. Chemie, B. III. S. 98. 99.

e) Auch Woora von Bombay.

f) S. d. a. O. S. 99.

In VAN MARUM's g) Versuchen mit Scheibenmaschinen, wo flüssiges Quecksilber das Reibzeug vorstellt, wird es am platten Glase noch positiv. Es wird dies aber auch, ganz wie es nun seyn musste, mit allen von ihm angeführten Tafeln aus Harz, Colophonium, weissem Wachs, Gummi Laccae, Mischungen aus Gummi Laccae und Gummi Elemi, Sandarach, Mastix, Pech, Schwefel, Salpeter, Kohle oder Zinnober, und mit überfirnisstem oder auch mit Oel durchtränktem Holz. Auch in den spätern Versuchen VAN MARUM's und TROOSTWYK's h) wo sie verschiedenen geschmolzenen Substanzen auf Quecksilber ausgossen und darauf erkalten liessen, wurde das Quecksilber, was mit Siegellack positiv war, es auch mit Wachs, und eben so mit Harz, Pech und Gummi Laccae.

Bis jetzt ist also die schönste Uebereinstimmung zwischen dem, was wir forderten, und dem, was wir vorfanden. Welcher Leiter sich einmal mit einem seiner Nachbaren positiv oder negativ verhalten hatte, that es auch mit allen folgenden über oder unter ihm. Wirklich also verhalten sich Glieder aus der Spannungsreihe der Leiter, mit Gliedern aus der Spannungsreihe der Isolatoren zusammengebracht, wie Glieder letzterer Reihe selbst.

---

g) S. dessen Abhandlung über das Electrisiren, Gotha 1777. S. 21. 28. 62 — 65. 68. 99.

h) S. *Journal de physique*, 1788. T. II. Oct. Vol. XXXIII. p. 248.

Auch umgekehrt verhalten sich Isolatoren mit Gliedern aus der Reihe der Leiter zusammengebracht, wie Glieder dieser Leiterreihe selbst. Das Siegellack, was bey VON ARNIM gegen Magnesiumoxyd negativ ist, ist es in HAUY's Versuch auch gegen Graphit, in WILSON's Versuchen gegen Silber und Stahl, und bey CAVALLO gegen Eisen. Die Seide, die bey CAVALLO gegen Silber negativ war, ist es auch gegen Magnetstein, Stahl und Eisen, und bey HAUY i) auch gegen Zinn; die Seide, die bey KORTUM gegen Platina positiv ist, ist es auch gegen Magnesiumoxyd u. s. w.

Ich glaube, wir dürfen uns an diesen Erfahrungen begnügen, und nicht erst mühsam weiter suchen.

Eine andere Frage ist, ob, wenn nun wirklich, in der Reihe der Isolatoren Leiter, sich wie Glieder jener, und Isolatoren in der Reihe der Leiter, sich wie Glieder dieser, verhalten, auch nun die ganze Summe der Leiter sich zwischen die Glieder der Reihe der Isolatoren, die ganze Summe der Isolatoren sich zwischen die Glieder der Reihe der Leiter, so vertheile, dass beyde Reihen ganz und gar nur Eine ausmachen? —

Schon, was wir so eben von Beobachtungen angeführt haben, beantwortet diese Frage auf das beste. So geben KORTUM's Versuche Magnesium-

---

i) S. GEHLEN's Neues Allg. Journ. d. Chem. B. III. S. 97.

oxyd negativ mit Seide, CAVALLO's geben Silber gegen dieselbe Seide positiv. Das leitende gegen Metalle negativere Magnesiumoxyd, fällt auch in der Isolatorreihe negativer, als das gegen das genannte Oxyd positivere Silber in ihr. Jenes steht zwischen Siegellack und schwarzer Seide, d. i. über ihr; dieses zwischen schwarzer Seide und dem positiven Ende der Reihe, d. i. unter ihr. Damit fällt wieder die schwarze Seide zwischen Silber und Magnesiumoxyd, d. i. über das Silber, dahingegen kohlensaure Alkalien, weit positiver als die Seide, bey KORTUM unter das Silber fallen.

Vor allem aber kommen uns zu diesem ganzen Abschnitt die schönen Versuche zu Statten, welche HAUY vor kurzem in den *Annales du Muséum national d'histoire naturelle*, T. III. p. 309 — 314. bekannt gemacht hat, woraus sie sich in GEHLEN's Neuem Allgem. Journ. d. Chemie, B. III. S. 96 — 100. befinden. Sie geben folgende Tabelle:

(Taf. XX.)

Fahlerz, Kupferkies,
Glanzerz, Tellur von Nagyac, Kupferglanz,
Bleyglanz, Spiessglanzsilber, Grauer Speisskobalt,
Weisser Speisskobalt, Grau-Spiessglanzerz, Schwefelkies, Platina, Gold, Spiessglanz, Nickel,
Magnet-Eisenstein

Seidenband

Zinn

Wollen Tuch — Hauy's Hand

Eisenglanz, Stahl,
Silber, Kupfer, Wismuth, Bley, Zink.

Man vergleiche hiermit die Skizze der Spannungsreihe der Leiter am Schlusse des zweyten Abschnitts, und noch mehr die Ausführung der Reihe

der positiven, und das einzige Zinn mit dem gleichen auf der negativen Seite der Wolle, sind dann Anomalien. Magnetstein, Stahl und Eisenglanz aber, an sich schon veränderlich durch kleine Mischungsverschiedenheiten stehen so ganz an der gefährlichen Grenze, dass es kein Wunder ist, wie unvermeidliche Verschiedenheiten in der Reibungsart u. s. w., sogleich welche bewirken können mussten, da hingegen die ausgemacht von dieser Grenze sehr weit entfernten Körper sich das eine wie das andere Mal verhielten. Auch hielten sich der Eisenglanz und der Stahl, ganz wie es dem vorigen nach möglich war, bey weitem mehr auf der positiven, als auf der negativen Seite. Magnet-Eisenstein, den PFAFF sogar noch über das Silber setzte, während ich ihn zwischen Kupfer und Eisen fand, kann, da PFAFF eben so genau wie ich gearbeitet haben wird, sicher leicht mehr von PFAFF's als von meiner Art gewesen seyn, und darum sich mehr zur negativen Seite gehalten haben, wie denn sich dieser beym Magnet-Eisenstein sehr gross mögliche Unterschied schon dadurch documentirt, dass, während mancher aufs beste leitet, mancher in der Kette und Säule total isolirt *k*), die mindere Leitung bey metallischen Substanzen, wie ich bis jetzt fast durchgehends gefunden habe, beständig mit einem höheren, dem negativen Ende der Spannungsreihe nähern Stand derselben zusammenhängt, und ihm entspricht *l*).

k) S. m. Beyträge, B. I. St. 4. S. 227.

l) S. *Journ. de phys.* Brumaire XII. p. 366. und VOIGT's Magazin, B. VI. S. 108.

Was endlich die constante Anomalie des Silbers und des Zinns bey HAUY betrifft, so erinnere ich hier, abgerechnet, dass die des Zinnes nicht gross ist, da es schon gegen Seidenband wieder positiv wird, und dass wahrscheinlich auch die des Silbers nicht sehr gross, abgerechnet ferner, was die verschiedene Applicationsart u. s. w. gethan haben kann, was schon, und namentlich für Silber, WILSON's Versuche *m*) lehren, in denen es sogar gegen Siegellack negativ werden kann, so erinnere ich hier, sage ich, bloss an das, was ich bereits in einer Note zum ersten Abschnitt aus meinen Untersuchungen über den Einfluss der Mischung und Verunreinigung eines Metalls mit dem andern in GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 293. u. f. angeführt habe. Nun nahm aber HAUY die meisten Metalle, wie man sie gediegen findet, oder sie aus dergleichen Stücken ausschmilzt *n*). Auch musste gerade er sie so nehmen, da er daraus ein Merkmal zur Unterscheidung der Mineralien machen wollte *o*). Aber, welches Metall kommt ganz rein in der Natur vor, welches lässt sich als ganz reines ausschmelzen, und wie kann selbst der geringste fast nicht mehr erfahrbare fremdartige Gehalt eines wirklich für rein gehaltenen Metalls den Ort in der Spannungsreihe ganz ausserordentlich ändern! Allen diesen Einflüssen also war

---

m) S PRIESTLEY's Geschichte der Electricität, S. 144.
n) S. GEHLEN's N. A. J. d. Chemie, B. III. S. 98.
o) S. daselbst, S. 97.

Hauy ausgesetzt, und es ist alles Mögliche, dass seine Resultate wurden, wie sie geworden sind.

Hätte Hauy mit Metallen in ihrer besten Reinheit gearbeitet, oder hätte ihn keine Verschiedenartigkeit der Reibung, wegen der Form des zu Reibenden u. s. w., stören müssen, so ist gewiss, dass entweder, seine Resultate nicht bloss meistens und zum sprechendsten Theile, sondern bis in das kleinste Detail ganz und gar, der Spannungsreihe der Leiter, wie sie vorhanden ist, entsprochen, oder, seine Metalle u. s. w. sich gegen seine (überall als nemliche vorausgesetzte) Wolle, genau so geschieden haben würden, als es nachher Versuche mit diesen Substanzen unter sich, und die hieraus entstehende Spannungsreihe derselben, bestätigt haben würde, indem sicher dann alle Körper *a* bis *m*, die mit Wolle positiv. wurden, während *n* bis *z* negativ wurden, wieder mit *n* bis *z*, und ohne Ausnahme, positiv geworden wären, und umgekehrt.

Kein Metall indess scheint so ganz ausserordentlich, durch den allergeringsten und verborgensten Gehalt eines andern, von seinem wahren Platze in der Spannungsreihe, entfernt und gleichsam fortgeworfen werden zu können, als das Quecksilber, so dass man eben darum sagen könnte, dass es, flüssig wie überall, auch hier, trotz aller Versuche, noch immer zu keinem festen Stand habe gebracht werden können. So eben aus Zinnober revivificirtes Quecksilber steht zwar bestimmt zwischen Gold und Silber; eine Spur von Zinn, so

klein, dass sie für sich kaum mehr gesehen werden kann, aber, wirft ein ganzes Loth solches Quecksilber sogleich über alle Metalle von Gold bis zum Bley herab zwischen dieses und Zink, und zwar dem letzten näher noch, als dem ersteren. Eine eben so geringe Spur von Bley wirft es noch tiefer herab, und es ist zu vermuthen, dass eben so wenig Zink es gleicherweise noch unter diesen herab bringen werde. Etwas Silber im Gegentheil ist im Stande, es über dieses in die Nähe des Graphits zu bringen, während mehr, es wieder herab zwischen Wismuth und Kupfer wirft *p*). Das thun diese drey Metalle; was thun die andern, mit denen Quecksilber verunreinigt, verfälscht u. s. w., seyn kann? — Je künstlicher, und komponirter, die Versetzung mit einem andern Metall, desto grösser scheint, bey gleicher Masse, ihr Einfluss auf die Ortsänderung des Quecksilbers in der Spannungsreihe werden zu können *q*), und es ist nichts weniger als unwahrscheinlich, dass Versuche sogar die Möglichkeit zeigen werden, seinem äussern Anschein nach völlig reines Quecksilber, eben so unter Zink, als wieder über Magnesiumoxyd, zu sehen. Wie oft hat nicht selbst VOLTA das Quecksilber getäuscht? — Im ersten Briefe an VASSALLI *r*) setzt er es zwischen Silber und Graphit, im dritten *s*)

p) S. GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 305. 309. 310.

q) S. daselbst, S. 303. u. f.

r) S. GREN's Neues Journal der Physik, B. II. S. 142.

s) S. VOLTA's Schreiben an den Abt VASSALLI über

zwischen Platina und Gold, im zweyten Briefe an ALDINI t) setzt er es, nach den schönsten und genauesten Versuchen, unter das Eisen, in die Nähe des Zinns, und kürzlich u), nach gewiss eben so guten Versuchen, wieder zwischen Kupfer und Silber.

Konnte Einem und demselben Experimentator eine so grosse Mannichfaltigkeit von überall gleich aussehendem und dafür genommenem Quecksilber vorkommen, wie viel eher wird das nicht der Fall bey verschiedenen seyn können. Wir kommen auf die Stelle des Quecksilbers in der Spannungsreihe zurück.

VAN MARUM findet in seinen oben angeführten Versuchen das Quecksilber selbst gegen Glas noch positiv. Dagegen CANTON es noch gegen Bernstein negativ gefunden hat. Beyde hatten eine Flüssigkeit, die, einmal wie das andere, Quecksilber hiess; beyderley Versuche kommen von sehr erprobten Experimentatoren, und ihre Versuche sind gewiss so ausgefallen, als sie sie erzählen. Aber wie verschieden konnte die Flüssigkeit des einen von der des andern seyn! — CANTON nennt sein Quecksilber ausdrücklich rein, man muss also

---

die thierische Electricität. A. d. Ital. von MAYER. Prag, 1796. S. 14.

t) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 61.

u) S. [PFAFF's und FRIEDLAENDER's Französische Annalen, Heft I. S. 177.

schliessen, dass es auf irgend eine Art vom gröbsten gereinigt war. VAN-MARUM hingegen konnte kein solches anwenden, wegen der Masse, in der er es überall brauchte. Es war schlechthin käufliches, und dieses hält sich, so viel ich noch erfahren habe, gewöhnlich in der Gegend von Zinn und Bley auf, nie traf ich es über Eisen u. s. w. Es müsste erst genau bestimmt werden, wie schon Zinn, Bley und Eisen gegen Glas sich verhielten, um vielleicht bereits hieraus zu ersehen, wie leicht dem Quecksilber ein Stand unter dem Glase noch möglich wäre. Und wie verhielt sich Quecksilber, was gegen Glas positiv wird, in der Spannungsreihe der Leiter? — wie bey der Wiederholung von CANTON's Versuchen? —

Ferner: wie verhält sich Quecksilber, was in CANTON's Versuchen mit den seinigen gleiche Resultate giebt, an VAN MARUM's Maschine? — Wenn auch in ebenen Massen angewandtes Magnesiumoxyd noch mit Bernstein, Siegellack, und dergleichen, positiv wird, so muss CANTON's Quecksilber noch über Magnesiumoxyd gestanden haben. Noch dazu geschahen CANTON's Versuche in sehr niederer Temperatur. Kälte aber erhöht, soviel Versuche nur lehren, und wir nachher sehen werden, bey Leitern ihre Negativität, statt dass bey Isolatoren sie dieselbe vermindert. Es kann also sogar ein bey gewöhnlicher Temperatur noch unterhalb Magnesiumoxyd befindliches Quecksilber gewesen seyn, und doch hat das durch die Kälte in der Reihe nach

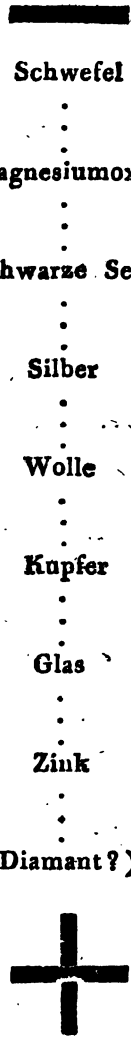
unten gerückte Siegellack, der Bernstein u. s. w., mit dem durch dieselbe Kälte weiter nach oben gerückten Queckailber, sich positiv, und umgekehrt verhalten können, als es dasselbe vielleicht bey höherer Temperatur gethan haben würde.

Canton's, wie Van Marum's Versuche, bilden also mit ihrem Contrast in der That keine grössere Paradoxie, als das, was anderwärts Factum ist, sie ertragen, möglich setzen, und erklären kann, Für rein genanntes v), d. i. aus Zinnober revivificirtes Quecksilber, aber, folgt mit grösster Wahrscheinlichkeit, dass es in der Spannungsreihe der Isolatoren, sich in der Nähe des reinen Silbers, und nur ein wenig unter ihm, also etwa zwischen schwarzer Seide und Wolle, liegt.

Wo der Zink in der Reihe der Isolatoren hinfalle, ist noch nicht bestimmt. Seine weiteste Bestimmung ist die Hauy'sche, wo er gegen Wolle noch sehr stark positiv wird. Sicher aber wird er noch selbst gegen Glas sehr positiv, und dieses negativ, da Glas nicht sehr weit von Wolle abliegt. Gehen wir also aus, zu finden, bis zu welcher Weite sich die Reihe der Leiter; — Zink bis Magnesiumoxyd — in der Reihe der Isolatoren erstrecke und ausdehne, so wissen wir von Zink, und schon von

v) Das meinige hatte, aller Sorgfalt bey der Bereitung ohngeachtet, doch noch einen Ansatz von Nichtleichtflüssigkeit, der dem in der That reinen nicht wohl zukommen kann.

Bley, Zinn und Eisen, von der Wolle aus nicht mehr genau zu sagen, wie weit herab, über oder unter dem Glase u. s. w., sie sich befinden. Es ist bloss wahrscheinlich, dass der Zink, besonders wegen seines grossen Abstandes von Bley und Zinn, und dessen, dass käufliches Quecksilber, was in der Gegend von Bley und Zinn zu stehen pflegt, schon unter das Glas fällt, sehr weit unter das Glas herabfalle, das Magnesiumoxyd hingegen bestimmt noch unter dem Siegellack, und insofern wir Körper natürlichen Vorkommens nehmen, noch unter dem Schwefel, und weit unterhalb ihm, liege, so dass wir vom Ineinandergreifen und Liegen beyder Reihen, der der Isolatoren und der der Leiter, ohngefähr folgende Skizze entwerfen könnten:



Dass selbst KIENMEYER'sches Amalgama, was, doch wieder noch weit positiver, als der

Zink w), dennoch zum Reibezeug für Glasmaschinen, deren Glieder oder Scheibe positiv, und recht stark positiv, wird, verwandt wird, darf uns in der durch so vieles begründeten Wahrscheinlichkeit, dass selbst Zink, ja wohl Zinn und Bley schon, mit Glas positiv werde x), nicht stören. Es wird nie so an und für sich aufgetragen. Man wendet es beständig mit Kreide, Talg, Fett, Oel, und dergleichen an, und es wirkt am stärksten, je besser diese seine Vereinigung mit Fett u. s. w. geschehen ist. Diese an sich sämmtlich gegen Glas negativen Beymischungen umgeben das Amalgama, und haben es überall zunächst mit der Glasscheibe, dem Glascylinder u. s. w., zu thun. Das Amalgama selbst dient eines Theils, um, als ein vorzüglich guter Leiter, in der Wirkung gleiche Vertheilung zu erhalten, und gute „Ableitung" zu vermitteln, andern Theils, indem es ein gutes Vehikel des Fettes u. s. w. selbst abgiebt, etwa auf ähnliche Weise, als in Volta's Versuchen über die Electricität feuchter Leiter gegen feste oder unter sich, das poröse Holz, Leder u. s. w. Vergleiche oben S. 83. Endlich trägt es zu dem guten Erfolg nicht unwahrscheinlich auch noch durch seine Oxydation, und deren Einfluss auf das Fett u. s. w. selbst, wodurch dieses leicht einen höhern Grad

w) S. Gilbert's Annalen. B. XVI. S. 303.

x) Vergleiche allenfalls auch Vassalli in Gilbert's Annalen, B. VII. S. 600.

Maschinen gebrauchten Substanzen von selbst sind. Man vergleiche hierzu bloss GEHLER's Physikali-

---

licher, je grösser die Oxydirbarkeit des jedesmaligen Zwischendraths war. (S. GILBERT's Annalen, B VIII. S. 279.) Höhere Action gründet sich aber, bey gleicher Kette oder Säule, beständig auf eine höhere Leitung. Da nun dem Wachsen jener nichts coexistirte, als die höhere Oxydabilität des Drathes, so ist auch der Zusammenhang von Oxydabilität und Leitung selbst so ausser Zweifel, dass er (bey Leitern) sich ferner überall bestätigen muss, wo man nur auf ihn Rücksicht nehmen wird, und es zu bedauern ist, dass man ihn nicht schon durch die sämmtlichen Phänomene der Kette und Säule durchgeführt hat, indem er über manches, besonders über Funken, Schmelzungen und Verbrennungen, und ihre Veränderung mit der der schliessenden Metalle, neue unerwartete Auskunft geben würde Selbst an den Schlägen von gleich grossen Säulen, und bey gleicher Armirungsart und Fläche der Hände . . . . , bemerkt man, wie sie beträchtlich stärker sind, wenn man mit Zink, Bley, Zinn oder Eisen, als wenn man sich mit Kupfer, Silber, Gold oder Platina, armirt hat.

Auch für die gewöhnliche Electricität der Electrisirmaschine wächst mit der Oxydabilität zugleich die Leitung. Um bey den Schlägen wieder anzufangen, gedenke ich bloss der schönen Beobachtung REIL's nach welcher bey buchstäblicher Wiederholung des ersten Versuchs GALVANI's, aus dem nachher alle übrigen, und der ganze Galvanismus selbst, entsprangen, Zink, mit welchem der entblösste Nerv des präparirten Frosches berührt wurde, während dass man aus dem Conductor Funken zog, eine lebhaftere Muskelbewegung hervorgebracht hat, als irgend ein anderes Metall. (S. GREN's Journal der Physik, B. VI. S. 411.). Was ferner die Wasserzersetzung in der Gasröhre betrifft, so habe ich erst ganz vor Kurzem, Gelegenheit

sches Wörterbuch, B. I. S. 782 — 805. und B. V. S. 310 — 328.

---

gehabt, denselben Einfluss der Natur des Draths auf die Stärke jener, auch bey der gewöhnlichen Electrisirmaschine zu bemerken, der oben sich bey der Galvanischen Kette und Säule zeigte. Die Maschine war von Ottény zu Jena fast ganz nach der bekannten kleinen Teyler'schen verfertigt; ihre Scheibe hatte 30 Par. Zoll im Durchmesser, und ihre Wirkung war in jeder Hinsicht vortreflich. (Neun Par. Quadratfuss belegtes Glas schmolzen nach 40 Umdrehungen 6 Par. Zoll Stahldrath No. 11. zu Kügelchen, verwandelten nach 80 Umdrehungen einen starken Streifen Stanniol von 5 Zoll Länge und $\frac{1}{8}$ Linie Breite gänzlich in Dampf, und zündeteten freyliegendes Schiesspulver schon nach 12 Umdrehungen, obgleich das Zimmer voll Menschen war.) Ich wiederholte an dieser Maschine den bekannten Wasserzersetzungsversuch der Herren Paets von Troostwyk und Deiman, (s. *Journal de physique*, T. XXXV., [November 1789.,] p. 569 — 578., und Gren's Journal der Physik, B. II. S. 130 — 141.; ferner *Annales de Chimie*, T. V. p. 276 — 280., und Hermbstaedt's Bibliothek der neuesten physisch-chemischen Literatur, B. III. S. 244 — 247.), doch ohne mich dabey, wie sie, und nach ihnen Gren (s. dessen Journal der Physik, B. II. S. 194 — 198.), Pearson (s. *Philos. Transact.* für 1797., p. 142 — 158., und Gilbert's Annalen, B. II. S. 154 — 167.), auch ich selbst sonst (s. Gilbert's Annalen, B. IX. S. 1 — 17.), Leidner Flaschen-Schläge, oder auch, wie später Wollaston (s. d. a. O. B. XI. S. 107 — 111.), und Van Marum (s. Voigt's Magazin, B. III. S. 839 — 841.), bloss eines bald kleinern, bald grössern Luftraums zwischen den Conductoren, (also immer eines noch durch Schlagweite unterbrochenen Stroms), zu bedienen, indem ich den einen Drath der Röhre mit dem Conductor der Maschine in unmittelbare

Sehen wir also jetzt überhaupt zurück auf die in diesem Abschnitte geführten Untersuchungen. Wir

---

Berührung, den andern aber durch gute Ableitung mit der Erde in Verbindung setzte. Die Röhre selbst war 4 Zoll lang, 3 Linien weit, und mit destillirtem Wasser gefüllt. Ihre Dräthe standen, ohne irgend einen isolirenden und blos die Spitze frey lassenden Ueberzug, (wie noch bey VAN MARUM), zu haben, frey in dem Wasser, und ihre Enden innerhalb diesem 3 Linien von einander ab. Für die ersten Versuche war der eine Drath von Zink, der andere von Platina, und jener gegen die Spitze nur ½ Linie dick, dieser aber durch und durch nicht stärker. Nachdem der Zinkdrath mit dem positiven Zuleiter, und der von Platina mit der Erde gut verbunden war, wurde die Maschine gedreht. Mit der 5osten Umdrehung, (ohngefähr nach 25 Secunden), stiegen einzelne Bläschen vom Platinadrath auf und bald bildete sich ein sehr feiner Gasstrom, der ununterbrochen vom Drathe in perpendikulärer Richtung ausging, und so lange anhielt, als die Maschine gedreht wurde, während sich am Zinkdrathe keine Spur von Gas, wohl aber eine nach und nach zunehmende, von Oxydation herrührende, Mattigkeit seiner vorher glänzenden Spitze, zeigte. Ich schüttelte alles dem Platinadrathe noch anhängende Gas ab, und liess von neuem 100 Mal umdrehen. Jetzt fing das Gas schon mit der 11ten Umdrehung, (schon nach 9 Sekunden), an, aufzusteigen, und bald darauf kam der continuirliche Strom wieder, doch ohne stärker, als im vorigen Versuche, zu werden. Der Zinkdrath war jetzt stärker oxydirt, herausgenommen, und getrocknet war er sehr matt, und mit einem weissen nach der Spitze hin zunehmenden Anflug von Zinkoxyd überzogen. — Ich liess nunmehr zwar den Platinadrath an seinem Orte, vertauschte aber den Zinkdrath ebenfalls mit einem von Platina, und von ½ Linie Durchmesser, welcher jetzt statt des vorigen

trafen weniger Beobachtungen an, als zu den früheren, doch, was davon zugegen gewesen ist, hat,

---

Zinkdraths mit dem positiven Zuleiter verbunden wurde. Jetzt fing das Gas an dem mit der Erde verbundenen bisherigen Hydrogendrathe erst mit der zwanzigsten Umdrehung (der 17ten Secunde) an, und obgleich die Bläschen sich ebenfalls bald schneller folgten, so kam es doch zu einem continuirlichen Strome, so schwach er auch gewesen seyn möchte, jetzt durchaus nicht. Mit der 46sten Umdrehung (nach 38 Sekunden) stieg auch von dem statt des Zink-, eingesetzten Oxygendrath von Platina, Gas auf. Seine Blasen waren grösser, als die am Hydrogendrath, die Zahl derselben aber bey weitem geringer, und zu einem continuirlichen Strome kam es hier noch weniger. Ueberhaupt war diese Gasentbindung am Oxygendrath nach Verhältniss eben so gering, als die am Hydrogendrath es in Bezug auf die früheren Versuche war, und so lange ich auch fortdrehen liess, war doch keine weitere Verstärkung beyder Gaserzeugungen zu bemerken.

Ich habe diese Versuche, in denen sich der Einfluss der Oxydirbarkeit des Drathes auf seine Leitung, und damit auf die der Menge des Geleiteten proportionale Action in der Gasröhre selbst, auch für die Electricität der gewöhnlichen Electrisirmaschine und die Zersetzung des Wassers durch sie, so schön bestätigt, mit Absicht umständlicher angeführt, da sie zugleich noch als die ersten angesehen werden können, in welchen die chemischen Phänomene der genannten Maschine mit denen der Volta'schen Säule, durch die Setzung der möglichsten Gleichförmigkeit der Ursachen, (des vollkommen continuirlichen Stroms der Electricität im einen wie im andern Falle), zur grössten und überzeugendsten Aehnlichkeit und Gleichheit mit einander gebracht wur-

ohne die Wahrscheinlichkeit auch nur Einmal zu verletzen, vielmehr überall, wo die Gegenversuche

---

den. (Selbst in der schnellern Erscheinung des Gases bey der Wiederholung des Versuchs mit denselben Dräthen, findet sich, für diese Versuche mit gewöhnlicher Electricität, bloss das nemliche wieder, was ich in GILBERT's Annalen, B. XIII. S. 277. E. als im Kreisse der VOLTA'schen Säule beständig zugegen, angemerkt habe.

Noch wäre für den auch für die Electricität der Maschine zu vindicirenden Zusammenhang von Oxydabilität und Leitung, der trockne Weg zu untersuchen übrig, der, auf welchem Funken, Schmelzungen u. s. w. vor sich gehen. Ich wage es, in dieser Hinsicht geradezu die Beobachtungen VAN MARUM's über die verschiedene Schmelzbarkeit der Metalle durch electrische Entladungen anzuführen, so unvereinbar sie bis daher auch mit vielem andern schienen. Man findet sie vorzüglich im 2ten Kapitel des 1sten Theils seiner *Premiere continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne.* Harlem, 1787. p. 16. etc. Nach ihnen sind die untersuchten Metalle in folgender Ordnung immer schwerer zu schmelzen: Zinn und Bley mit sehr geringem Unterschiede; Eisen mit einem äusserst grossen von den vorigen; Gold mit einem mässigen vom Eisen; Messing und Silber mit einem geringen unter sich, aber einem beträchtlichen vom Golde; Kupfer endlich wieder mit einem grössern.

Dass die Reihe dieser Schmelzbarkeiten durch Electricität mit der durch Wärme fast gar nicht übereinstimme, ist schon genug bemerkt worden. VAN MARUM sagt deshalb sogar (a. a. O. p. 28.): „*Il paroit donc par toutes ces experiences sur les fusions par le fluide electrique, que ces fusions ne scauroient prouver, que le fluide électrique agisse sur les metaux de la même manière que le feu: car si c'etoit ainsi, on trouveroit entre la fusibilité des*

nur da waren, mit aller zu wünschenden Bestimmtheit dargethan, dass in der That die Span-

---

metaux par le feu et leurs fusibilité par le fluide électrique une analogie constante, la quelle nos experiences demontrent ne pas exister; elles font donc voir, que le fluide électrique et le feu fondent les metaux de manières fort différentes, et que par conséquent ces fusions ne demontrent aucunement l'Analogie supposée entre les deux fluides." (Vergleiche die deutsche Uebersetzung. Leipzig, 1788. §. 6.) Ich glaube indess nicht, dass dies so ohne Weiteres aus ihnen folge.

Damit die Electricität überhaupt auf die Metalle wirke, wird für das allererste erfordert, dass sie leiten. Die allgemeine Wirkung der Electricität auf sie, wird also zunächst im Verhältniss dieser Leitung stehen. In jener allgemeinen Wirkung aber ist jetzt als besondere enthalten, dass diese Metalle geschmolzen werden. Erkennen wir nun für einerley Wirkung auch einerley Ursache an, so muss dies, im einen Falle wie im andern, durch Wärme geschehen. Der einzige vorhandene Unterschied ist, dass während der electrischen Leitung diese Wärme erst erzeugt, bey der Erhitzung von aussen aber, dem Körper bloss, und schon fertig, mitgetheilt wird. Dieser Unterschied wird aber doch dadurch wieder aufgehoben, dass dennoch auch im ersten Falle die Wärme wirklich „fertig wird," (— man fühlt sie, sieht sie am Thermometer, u. s. w. —), und als solche dann so gut weiter wirkt, als im letzten, wo sie schon früher fertig war. Diese durch Electricität erregte Wärme wird, eben als vom electrischen Process unzertrennliches Product, sich immer zu verhalten haben, wie die Grösse dieses Processes, und also auch wie das, was ihn bedingt, wie das Maass seiner Leitung, und es gehörte weiter nichts dazu, als dass die Schmelzbarkeiten der Körper überhaupt, sich wie ihre electrischen Leitungen verhielten, damit auch ihre wirklichen Schmelzungen durch

nungsreihe der Leiter mit der der Isolatoren abermals nur Eine Allgemeine

---

Electricität sich so verhielten. Dieses Verhältniss findet indess nicht Statt; die Schmelzbarkeiten der Metalle durch Wärme befolgen eine andere Ordnung. Demohngeachtet soll sie auch bey der Wirkung der Electricität auf sie keine Aenderung leiden. Da aber doch auf electrischem Wege auf sie, unmittelbar, wie gefordert wird, nicht anders und in andern Grade gewirkt werden kann, als dass und in sofern das Metall gegebener Schmelzbarkeit sie leitet, so folgt nunmehr mit der bestimmtesten Nothwendigkeit, dass die Schmelzbarkeit dieses Metalls durch Electricität das Product sey aus seiner Leitung und dem Grade seiner Schmelzbarkeit durch Wärme, und dass die Reihe dieser *Schmelzbarkeiten* durch Electricität, der Reihe dieser *Producte* vollkommen parallel gehen müsse.

Sehen wir jetzt zurück auf die von VAN MARUM aufgefundene Reihe dieser Schmelzbarkeiten durch Electricität. Wir haben eigentlich nur die der Reihe der Schmelzbarkeiten durch Wärme von ihr abzuziehen, um die der Leitungen für Electricität übrig zu behalten. Diese Schmelzbarkeiten durch Wärme aber werden nicht, wie noch VAN MARUM (s. dessen *Premiere continuation*, p. 20.) meinte, durch die Thermo- oder Pyrometergrade allein gemessen, bey denen die Metalle zum Flusse kommen. Das wahre Maass derselben, von einer gegebenen Temperatur, o° R. z. B., ausgegangen, ist die Entfernung des Körpers von seinem Schmelzpunkt multiplicirt mit seiner Wärmecapacität. Dies Product giebt die absolute Menge von Wärme an, welche ein Metall zu seiner Schmelzung erfordert, (so wie andrerseits zugleich das, was ich in GILBERT's Annalen, B. IV. S. 2. u. f. unter seiner Cohäsion

Spannungsreihe ausmache. Die Glieder der Reihe der Leiter liegen zwischen denen der

---

verstand, mit welcher, streng genommen, aber weiter nichts gemeint war und seyn konnte, als eben das Moment der Festigkeit [Nicht-Flüssigkeit], was Wärme überhaupt in allen Körpern schwächt und aufzuheben hat, um selbige in den flüssigen Zustand überzuführen, wodurch die damals aufgestellte Gleichung: Wärmecapacität × Abstand vom Schmelzpunkt = Schwierigkeit zu reissen, sich in eine andere verwandelt, in die nemlich, dass auch dies Reissen ein wahres Aequivalent von Schmelzung sey, und der Körper in dem Augenblick, in welchem, und dem Ort, an dem er reisst, als fliessend angesehen werden muss.) Auch ist es hier um so eher nöthig, die Schmelzbarkeiten nach diesen zu den wirklichen Schmelzungen durch Wärme erforderlichen absoluten Mengen von Wärme zu schätzen, da, eben weil bey der electrischen Entladung durch das Metall, in diesem erst die Wärme erzeugt wird, und nur so viel davon vorhanden ist, als erzeugt wurde, eine und dieselbe Menge Wärme sich allemal zu einer Temperatur verlieren muss, der mit der vorhandenen Capacität im umgekehrten Verhältniss steht, in verschiedenen Metallen also verschiedene Temperaturen und Annäherungen zum Schmelzpunkte hervorbringt. Diese aus den Wärmecapacitäten × Entfernungen vom Schmelzpunkt hervorgehenden absoluten Mengen von Wärme gelten jedoch in ihrer Reihe bloss von gleichen Massen oder Gewichten. Van Marum aber wandte die Metalle, welche er schmolz, nicht in Dräthen an, deren Quadrate der Durchmesser im umgekehrten Verhältniss ihrer specifischen Gewichte standen, wodurch allein für gleiche Längen auch gleiche Massen derselben entstehen konnten, sondern gab ihnen allen denselben Durchmesser, und damit für gleiche Länge gleiche Volumina. Wir ha-

Reihe der Isolatoren noch eben so vertheilt, als gegen sich unter einander; so umgekehrt auch die

---

ben also obige Producte aus Wärmecapacität und Entfernung vom Schmelzpunkt noch mit dem specifischen Gewichte der Metalle, zu denen sie gehören, zu multupliciren, um die Totalwerthe der Wärme, die erfordert wird, gleiche Volumina zu schmelzen, zu erhalten. Die folgende Tabelle stellt diese Rechnung mit ihren Resultaten dar.

Metall.	Wärmecapacität = *a*.	Entfernung von 52° F. bis zum Schmelzpunkt = *b*.	Specifisches Gewicht = *c*.	Product aus *a* . *b*.	Product aus *a* . *b* . *c*.
Eisen	0,1268	17945° F.	7,788	22772	177349
Gold	0,0590	5205° F.	19,362	26025	503891
Kupfer	0,1110	4559° F.	8,878	50560	448871
Silber	0,0850	4085° F.	10,511	34417	406801
Messing	0,1125	3775° F.	8,356	42395	354241
Bley	0,0352	5823° F.	11,445	1822	20851
Zinn	0,0704	5172° F.	7,351	2692	19791

Die Zahlen der letzten Reihe drücken, als Producte aus *a*. *b*. *c*, die für gleiche Volumina erforderlichen ab-

Glieder der Reihe der Isolatoren zwischen denen der Reihe der Leiter. Die Zwischenräume in der

---

soluten Mengen von Wärme in ihrem Verhältniss zu einander aus, so genau dies nemlich der Grad der Genauigkeit der übrigen von den besten Beobachtern entlehnten Data selbst zulassen kann. Insofern nun Schmelzbarkeit so viel bedeutet als Leichtigkeit zu schmelzen, *a. b. c* in seinem Wachsen aber das Gegentheil, die zunehmende Schwierigkeit zu schmelzen anzeigt, werden sich ferner die Schmelzbarkeiten der Metalle selbst zu einander umgekehrt verhalten, wie die Zahlen, welche die Producte aus *a. b. c* in ihrer Reihe geben, und gerade, wie die von gleicher absoluter Menge Wärme wirklich geschmolzenen Volumina derselben. (Dass ebenfalls nicht *a. b*, sondern erst *a. b. c*, auch die Cohäsion bestimme in dem Fall, wo, wie gewöhnlich, die Metalle in gleichen Durchmesser, also bey gleicher Länge in gleichem Volumen, zum Versuche kommen, hat bereits VON ARNIM gezeigt. S. GILBERT's Annalen, B. V. S. 94.)

Wir sehen daher fürs erste von dem Einfluss ab, den in VAN MARUM's Versuchen die besondere Leitung der Metalle haben musste, um zu erfahren, wie gross die Stücken Drath gewesen seyn würden, die bey gleicher Leitung aller Metalle eben hätte in Fluss gebracht werden können. Wir fangen mit dem Zinn, was nach dem angef. Ort p. 18. unten, doch noch ein wenig schmelzbarer durch die gleiche Entladung war, als Bley. Es schmolzen 120 Zoll. Diesem nach hätten also überhaupt Zolle geschmolzen werden sollen von:

(Zinn)	Bley	Messing	Silber	Kupfer	Gold	Eisen
(120)	113,609	6,687	5,752	5,281	4,705	1,347

— denn diese Zahlen verhalten sich zu einander umgekehrt, wie in obiger Tabelle die Producte *a. b. c* vom Eisen bis zum Zinn, und gerade, wie die Schmelzbar-

einen waren gleichsam nur die Lücken, die durch die Glieder der andern ausgefüllt wurden. Nichts

---

keiten durch gleiche Mengen Wärme vom Zinne bis zum Eisen. — Aber es wurde von ihnen nicht im Verhältniss dieser Zahlen geschmolzen. Was also mehr oder weniger geschmolzen wurde, als nach den blossen Wärmeschmelzbarkeiten, ist jetzt als Folge besserer oder geringerer Leitung anzusehen.

Die wirklichen Schmelzungen nun betrugen von:

(Zinn)	Bley	Messing	Silber	Kupfer	Gold	Eisen
(120)	120	von keinem	0,25		3,5	6

Es schmolzen also von:

(Zinn)	Bley	Gold	Eisen
	6,391 Zoll	1,205 Zoll	3652 Zoll
	also 0,056	also 0,223	also 2,707
	mehr	weniger	mehr

als ohne einen Unterschied der Leitung hätte schmelzen sollen. Messing, Silber und Kupfer standen sämmtlich äusserst zurück, indem nicht einmal 0,25 Zoll von Dräthen desselben Durchmessers ($= \frac{1}{12}$ Zoll), wie bey den andern Metallen geschmolzen werden konnten. Erst p. 86., 90., und 84., kommen Fälle vor, wo es bey dünnern Dräthen endlich gelang, sie in Fluss zu bringen. Die gleiche Entladung schmolz bey $\frac{1}{16}$ Zoll Drathdurchmesser dann, von Messing 8 Zoll, von Silber weniger, doch über 4 Zoll, von Kupfer aber noch immer nicht 0,5 Zoll. Um mit diesem endlich auch zu glücken, mussten noch dünnere Dräthe genommen werden. Ich übergehe die aus sich noch ergebenden Ursachen etwas schwierige Reduction dieser geschmolzenen Drathlängen auf solche von Drath von $\frac{1}{12}$ Zoll Durchmesser, und ziehe aus den Versuchen selbst zusammen genommen bloss die Folge, dass gewiss von:

konnte ein Glied der Leiter bewegen, bey allen Veränderungen seines Orts in der Reihe dieser, das Ge-

---

..... Messing Silber Kupfer .....
26 46 580
Mal weniger

geschmolzen wurde, als bey gleicher Leitung nach den blossen Wärmeschmelzbarkeiten hätte geschmolzen werden sollen.

So wären also zunächst alle Metalle, bey denen weniger geschmolzen wurde, als die Rechnung giebt, schlechtere, alle bey denen mehr geschmolzen wurde, als sie giebt, bessere Leiter. Zu den erstern gehören Gold, Messing, Silber, Kupfer, zu den letztern Eisen und Bley, und schon auf den ersten Anblick sind diese, wozu nun auch noch das Zinn zu rechnen ist, durch ihre höhere Oxydabilität von jenen in ausgezeichnetem Grade verschieden; so dass wir hier schon, auf was wir ausgingen, den Zusammenhang von Leitung und Oxydabilität, auch auf dem trockenen Wege der gewöhnlichen Electricität, ziemlich klar vor Augen hätten.

Wir haben indess noch einige Punkte zu berücksichtigen, indem wir sonst fast glauben müssten, als wäre bey allem allgemeinen Zusammentreffen doch im Einzelnen das Gesetz nicht richtig, da die oxydirbareren Metalle in VAN MARUM's Versuchen, nach dem gegenwärtigen Stand dieser Analyse, als Leiter, vom besten angefangen, sich folgen: Eisen; Bley; Zinn; und die schwerer zu oxydirenden, wieder vom besten unter ihnen ausgegangen: Gold; Messing; Silber; Kupfer; — was offenbar mit den besondern Reihen ihrer Oxydabilitäten im Widerspruch stehen würde.

1. Erfuhren wir hier erst die Leitungen, die sie bey den sehr verschiedenen Längen, in denen sie geschmolzen wurden, hatten, noch aber nicht die, welche sie bey gleichen Längen haben, auf die es uns

setz der Reihe der Isolatoren nicht mehr mit zu halten und umgekehrt; was es in der Einen Reihe von

---

denn doch allein ankommt, sobald wir scharfe Vergleichungen mit ihren Oxydabilitäten anstellen wollen. Nun leiten aber auch Metalle um so schlechter, je länger sie sind. Ein Drath vom Metall x kann also wirklich schlechter leiten, als ein anderer vom Metalle y, sobald er bis auf ein gewisses länger ist, als y, obschon bey gleichen Längen x besser leitet als y. In Van Marum's Versuchen aber sind die 120 Zoll Bley- und Zinndrath, welche von derselben Batterie geschmolzen werden, 24 Mal länger, als die 5 Zoll geschmolzener Eisendrath. Diese grosse Verlängerung muss schon ein ansehnliches Isolement herbeyführen, und da dennoch nur 2,7 Mal mehr Eisendrath geschmolzen wurde, als bey gleicher Leitung der verschieden langen Dräthe hätte schmelzen sollen, so folgt mit grösster Wahrscheinlichkeit, dass das Eisen bey gleicher Länge mit Zinn und Bley, wirklich schlechter leite als diese, und eine Menge Phänomene an Volta's Säule und besonders meiner Ladungssäule (s. Voigt's Magazin, B. VI. S. 108.), bestätigen dieses, indem sie zugleich zeigen, dass der Unterschied nicht gross sey. — Bey Bley und Zinn waren die Längen gleich. Dies ist also ein Fall, wo aus dem mehr, als sollte, Geschmolzenen, unmittelbar auf bessere Leitung geschlossen werden kann. Da nun Bley dies ist, so folgt auch, dass es unter beyden der bessere Leiter sey, und das Vorige dazu genommen, dass die hier erwähnten drey Metalle in ihrer Leitung überhaupt sich folgen: Bley; Zinn; Eisen. — Gold, Messing, Silber und Kupfer erscheinen nun um so eher als weit schlechtere Leiter, wie selbst Eisen. Alle von ihnen geschmolzenen Dräthe waren kürzer, und zum Theil weit kürzer, als der Eisendrath. Gleicher Längen Leitungen müssten also bey ihnen noch gerin-

seinem Orte wegbrachte, that dies mit ihm auch in Bezug auf die Andere: das Queckeilber, was durch

---

ger seyn, als sie das angiebt, was weniger von ihnen schmolz, als sollte. Bey keinem aber ist dieser Unterschied durch letzterer gegebener Leitung schon an sich so gross, als bey dem Kupfer in Bezug auf Eisen. Wirklich aber ist Kupfer in seiner Leitung auch auf jedem andern Wege, wo sie, und zwar unmittelbar, erfahren werden kann, vom Eisen ausserordentlich verschieden, so dass es gar nichts thut, wenn jene Correction ihn für den gegenwärtigen Fall auf die so eben angegebene Weise auch noch grösser macht. Dass Kupfer auch weit weniger oxydirbar ist, als Eisen, darf ich nicht erst erwähnen. — Allein es sind noch drey Metalle zurück, die, andern Orts noch schlechtere Leiter sind, als Kupfer, und zugleich auch noch schwerer oxydirbar, die dennoch hier, ganz zu einer Ausnahme, die fast alles Gute wieder aufzuheben schiene, gerade umgekehrt als bessere Leiter hervorgingen, wie selbst das Kupfer, ja zum Theil als noch weit bessere. Diese wird das Folgende auf den nemlichen Platz, den sie auch anderswo behaupten, zurück bringen.

2. Van Marun nennt zwar alles „*fondu*," was seine vorige Continuität verlassen hatte, ohne Unterschied, ob es nach der „*fusion*" eine neue eigene eingegangen war oder nicht: doch findet sich p. 44. der *Premiere continuation* ein besonderer Artikel, zur Beantwortung der Frage: *Quels sont les metaux, qui peuvent être fondus en globules, et à quelle cause la formation des globules doit être attribuée?* — aus welchem es verdächtig wird, dass wirklich alles, was er *fondu* — geschmolzen — nennt, es auch wahrhaft (durch seine ganze Masse) gewesen sey. In diesem Artikel findet sich, dass nur einige Metalle von allen die Eigenschaft hatten, beym Schmelzen durch den electrischen Schlag „Kügelchen zu geben," und dass dies

geringe Verunreinigungen über so viele Glieder der Reihe der Leiter herabspringt, springt auch über eine

---

gerade diejenigen waren, die nach dem Vorigen, und allem was sonst da ist, unter den vom Verfasser geprüften, die besseren Leiter sind: Kupfer; Eisen; Zinn. Bley allein gab niemals welche, was aber nicht befremden kann, da es nach p. 68. zugleich dasjenige aller untersuchten Metalle ist, was beym electrischen Schlag am leichtesten verkalkt wird. Der Augenblick seiner Schmelzung ist somit nahe auch der seiner Oxydation, und dies Oxyd kann freylich keine Kügelchen mehr bilden. Dass sich indess doch allerdings bey gehöriger Sorgfalt, auch in atmosphärischer Luft, ein Grad der Electricität und eine Stärke des Drahts müsse treffen lassen, bey denen das Bley wenigstens zum Theil von der Verkalkung ausgeschlossen bleibt, und folglich diejenige Form annimmt, die ihm nach vorheriger Schmelzung unter den dazu erforderlichen Umständen auch sonst eigen ist, so wie überhaupt, dass seiner Verkalkung auf electrischem Wege die wirkliche Schmelzung vorangeht: dies zeigen Van Marum's frühere Beobachtungen (s. dessen *Description d'une trés grande machine electrique.* 1785. p. 180.), und spätere von Cuthbertson (s. Gilbert's Annalen, B. XI. S. 406.).

Der zuletzt angeführte Fall war ein solcher, wo die hohe Oxydabilität des Metalls die Bildung von Kügelchen aus dem geschmolzenen Metall unmöglich machte oder doch erschwerte, obgleich das Metall gewiss vollkommen geschmolzen war. Ein völlig ähnlicher trat nachmals bey dem Zink ein, aus dem Van Marum ebenfalls keine Kügelchen, sondern bloss Oxyd zu erhalten im Stande war. (S. dessen *seconde continuation des expériences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne.* Harlem, 1795. p. 260.) Wenn nun die Bildung von Kügelchen, wie ohne Weiteres einleuchtet, überall, wo keine zu hohe Oxydation es hindert, die nothwendige

ähnliche Menge derer der Reihe der Isolatoren über eine ähnliche Menge derer der Isolatoren herab,

---

Folge einer wirklichen Schmelzung des Metalls, die zugleich von einer das geschmolzene Metall zerstreuenden Gewalt begleitet ist, seyn muss, so sollten jetzt auch Messing, Silber, und Gold, Kügelchen gebildet und dadurch ihre wahre Schmelzung angezeigt haben, da sie alle noch weniger oxydirbar sind, als Eisen und selbst Kupfer. Aber schon vom Kupfer führt VAN MARUM (s. *Prem. cont.* p. 40.) an, dass es Schwierigkeit mit ihm habe, und mit Messing, Silber und Gold glückte es ihm in den Versuchen, die wir oben verrechneten, nicht ein einziges Mal. (S. p. 48.). Hier trat ein neuer Umstand ein, dessen wir bisher noch nicht gedachten, und den selbst VAN MARUM nicht geahnet zu haben scheint.

Es ist die von schlechten an Isolatoren grenzenden Leitern sattsam erwiesene Eigenschaft, durch den electrischen Schlag destruirt, zerschmettert (*déchiré*), zu werden. Diese Zerschmetterung setzt nichts weniger, als eine durchgängige Schmelzung, voraus, und müssten sich die Rissflächen, nach dem oben beyläufig über Zerreissung Gesagten, auch wirklich in einem Aequivalent von Schmelzung befunden haben, so ist doch ihre Summe, und somit der Werth des in Schmelzung Gesetzten, ausnehmend geringer, als wo die ganze Masse gleichförmig in Fluss gesetzt wird. Diese Eigenschaft schlechterer Leiter muss, da sie mit dem, was man Isolement nennt, überhaupt zusammenhängt, sich auch bis herab auf die Metalle erstrecken, insofern sie doch nicht absolut gute Leiter, sondern in einigem Grade immer noch Isolatoren sind, und bey ihnen um so mehr Statt haben, als sie letzteres immer mehr sind. Nun sind sie letzteres aber in der Ordnung: Zink; Bley; Zinn; Eisen; Kupfer; Messing; Silber; Gold, immer mehr; in dieser Ordnung also muss sich auch, neben der schmelzenden Wirkung des

eben so, wie Glas durch Mattschleifen oder Pulverisiren, über eine Menge Isolatoren herauf bis zwi-

---

electrischen Schlages, diese seine zerschmetternde einfinden. VAN MARUM selbst fand (s. dessen *seconde continuation*, p. 266) ein schönes Beyspiel einer solchen Zerschmetterung durch electrische Schläge am Reissbley, einem wegen seiner mit einer wenigstens an Unschmelzbarkeit grenzenden Schwerflüssigkeit verbundenen „vortrefflichen" Leitung von PATERSON zu Spitzen für Blitzableiter vorgeschlagenen Körper, der nun aber eben dieser üblen Eigenschaft wegen nicht dazu dienen kann. Dieser Körper aber leitet, ob er gleich mit Zink verbunden vortreffliche VOLTA'sche Säulen giebt, und überhaupt mit den Metallen beständig in Eine Klasse der Leitung gesetzt wird, dennoch sogar schlechter als Gold (und Platina); und ist beym Mangel aller Schmelzbarkeit, also auch aller Erleichterung, die diese zur Zerstäubung leisten könnte, letztere demohngeachtet total, so folgt es nunmehr noch näher, dass bey Gold, Silber, Messing, und Kupfer, sie wenigstens partiell zugegen seyn, und sich mit diesem ihrem Grade um so eher zeigen müsse, da ihr die Nähe der wirklichen Schmelzung bey diesen bey weitem nicht so unschmelzbaren Körpern mehr Vorschub leistet, als beym Reissbley. Sie wird erscheinen müssen im zusammengesetzten Verhältniss aus Wärmeschmelzbarkeit und schlechterer Leitung. Erstere ist bey Messing, Silber und Gold wenig verschieden, letztere aber steigt in der Ordnung, in der ich sie eben nannte. In der nemlichen Ordnung aber wurden Silber und Gold wirklich zerstört. Messing lag zwischen beyden in der Mitte, man erinnert sich aber, dass es unter den drey genannten Körpern noch die grösste Wärmeschmelzbarkeit besass, die an ihm leicht ein grösseres „*dechirement*" hervorbringen konnte, als beym Silber, obschon es an Isolement ihm einigermassen nachstand.

schen Wachs und Schwefel springt, und dabey zugleich über eine ähnliche Menge von Metallen und

---

Ich hege die Hoffnung, dass diese Analyse der berühmten Versuche VAN MARUM's, eben so genügend seyn werde, als der für unsern Zweck aus diesen gezogene Beweis, dass auch auf trocknem Wege die Leitungen der Metalle für die Electricität der Maschine mit ihren Oxydabilitäten in genauem Zusammenhang und geradem Verhältniss stehen. Ich habe zu seiner Führung Verschiedenes in Anwendung gebracht, was man bisher nicht in der Art erwogen hatte, — und ich rechne hierher zunächst die auch auf die Metalle übergetragene Eigenschaft der Körper, im Verhältniss ihres Isolements der Zerschmetterung .... durch den electrischen Schlag ausgesetzt zu seyn. Dass diese Uebertragung gerecht war, muss schon aus der Nothwendigkeit, die gedachte Zerschmetterungsfähigkeit den Metallen zuzugestehen, und sodann aus der Harmonie, die durch sie in sämmtliche Beobachtungen unter einander und mit andern ausgemachten Sätzen der Physik kam, erhellen. Sie bestätiget sich aber auch noch ferner, und besonders durch die verschiedenen meist späteren Beobachtungen an der Platina. Wir berechnen zunächst, was nach den im Vorigen für die andern Metalle geltend gefundenen Sätzen Factum seyn müsste, um sodann es mit dem vergleichen zu können, was wirklich Factum war.

Die Wärmecapacität (c) der Platina sey so gross, als sie wolle, so wird sie, dereinst durch Versuche aufgefunden, gewiss nicht grösser, als die des Goldes; ja sehr wahrscheinlich selbst noch kleiner seyn. Vergleiche GILBERT's Annalen, B. IV. S. 11. Eine Rechnung, deren Prämissen ich, wenn nicht eher, doch wenn der Versuch entschieden haben wird, mittheilen werde, giebt mir sie in der Nähe von 0,040, oder, und zwar für die zu Draht gezogene, genauer = 0,0425,

Erzen setzt. Beyde Reihen bilden unter jeden Umständen nur Eine, werden von Einem Gesetze be-

---

wenn die des Goldes = 0,0500 ist. Ihre Entfernung vom Schmelzpunkt (*b*) mit BERTHOLLET = 32277 — 32 = 32245° F. gesetzt, und mit der vorigen Wärmecapacität multuplicirt, giebt das Product *a* . *b* = 137041 . . .; dieses wieder mit dem specifischen Gewicht (*c*) = 21,042, was sie als Drath beym Graf VON SICKINGEN (s. dessen Versuche über die Platina, Mannheim, 1782. S. 111.) hatte, multuplicirt, giebt *a* . *b* . *c*, oder die absolute Menge von Wärme, die erforderlich ist, ein gegebenes Volumen derselben in Fluss zu bringen, = 288,382 . . . . . , wenn die für das nemliche Volumen Gold nöthige = 177,649 ist. Man vergleiche die Tabelle S. 186. Hieraus folgt, dass in den oben betrachteten VAN MARUM'schen Versuchen, die grösste Länge von Platinadrath, welche bey $\frac{1}{12}$ Zoll Durchmesser hätte schmelzen können, sobald die Leitung dieselbe, wie beym Zinn gewesen wäre, 0,8234 Zoll betragen hätte. Die Leitung beyder aber ist nicht gleich; Platina ist hierinn mehr als irgend ein von VAN MARUM untersuchtes Metall von dem Zinne verschieden, es leitet schlechter, wie sie alle. Daraus müsste, nach allem Vorigen, eine ausserordentlich grosse Fähigkeit zerschmettert zu werden, hervorgehen, die sogar grösser wie beym Golde seyn würde, wenn ihre Wärmeschmelzbarkeit dieselbe wie bey diesem wäre, und immer noch eben so gross, wenn in dem Grade als Platina schlechter leitet, wie Gold, letztere bey ihr grösser wäre, als bey diesem. Sie ist aber weder eben so gross noch grösser, vielmehr ist sie geringer, und zwar um 6,375 . . . Mal. Dadurch widerfährt der Zerschmetterung der Platina ausnehmend weniger Unterstützung, als beym Golde, und da Platina nur um wenig schlechter leitet, als Gold, ist das Wachsthum der Zerschmetterung durch diese schlechtere

herrscht. Es giebt nur Ein Electrisches System, und dieses umfasst Alles und

---

Leitung sicher nicht so gross, als ihre Verhinderung zu Folge der um so sehr geringern Wärmeschmelzbarkeit. Derselbe electrische Schlag wird also von Platina ein geringeres Volumen zerstören, als von Gold; ein um wieviel geringeres aber, muss der Versuch selbst lehren. (*A*). — Zugleich folgt, dass der Thermometergrad von Hitze, den die Platina im Augenblicke ihrer Zerschmetterung haben kann, nur ein geringer und ganz ausserordentlich von dem, bey welchem dieses Metall im Ofenfeuer schmilzt, verschieden seyn müsse, wie er denn überhaupt, mit der vorhandenen Zerschmetterungsfähigkeit beständig im umgekehrten Verhältniss stehen muss. Dieser Thermometergrad von Hitze endlich, den der Drath erlangt, wird noch viel geringer seyn, wenn der Schlag nicht hinreichte, ihn zu zerstören. (*B*). — Wir sehen jetzt, was die Versuche selbst gaben.

Keinem einzigen Experimentator, der mir bekannt geworden, ist es noch geglückt, eine ächte Schmelzung der Platina durch den Schlag electrischer Batterien zu bewirken. Beständig war sie bloss zerstäubt, zerrissen u. s. w.; Kügelchen, die vor allem eine ächte Schmelzung verbürgen könnten, hat niemand erhalten. Dass sie sehr leicht zerstört werde, bezeugt besonders Cuthbertson (s. Gilbert's Annalen, B. XI. S. 411. 412.), auch Charles (s. Lichtenberg's Magazin, B. VI. St. 3. S. 65.); den Grad ihrer Zerstörbarkeit, im Verhältniss zu dem anderer Metalle, bestimmt Van Marum (s. *Seconde Continuation*, p. 266. und Gilbert's Annalen, B. I. S. 261.), indem er ihn dem des Silbers gleichsetzt. Er ist also wirklich geringer als der des Goldes, und überhaupt alles, wie es in *A* gefordert wurde. — Was *B* betrifft, so habe ich bloss nöthig, an die Versuche zu erinnern, die

Jedes, was von Körper überhaupt auf Erden ist. —

Gay-Lussac auf Bertholler's Veranlassung erst kürzlich anstellte. Er bediente sich dazu Charles's bekanntlich auch sehr grosser Apparate, und Berthollet erzählt in seinem *Essai de Statique chimique.* (Paris, an XI, 8.) Part. I. Sect. 3. Note XI. p. 260. von ihnen Folgendes: „*Un fil de platine a été soumis à des commotions qui approchaient de celles qui pouvaient en opérer la combustion, et pour s'en assurer on a excité une commotion par laquelle une grande partie du fil a été fondu ou dispersée, on a ensuite employé des commotions un peu moins fortes, et aussitôt après chacune, on touchait le fil pour juger de la temperature, à laquelle il se trouvait; on sentait une chaleur qui, après quelques minutes, était dissipée, mais qu'on evaluée semblable tout au plus à celle de l'ébullition de l'eau.*" Und besonders schön für *A* noch setzt er p. 161. hinzu: „*Lorsque la commotion est assez forte pour détruire l'aggrégation du fil de platine, elle commence par détacher de la surface des molécules, qui s'exhalent comme une fumée; si elle est assez forte pour produire la combustion, ce qui reste du fil paraît déchiré en filements.*" — Vollkommener, wie durch diese Versuche, kann unsere Ansicht kaum bestätigt seyn, und die letztern Beobachtungen führen noch dazu unmittelbar vor Augen, was wir einigen bisher vielleicht bloss anzunehmen schienen. Denn was Van Marum schon vom Messing Aehnliches anführt (s. *Prem. cont.* p. 24.), ist doch bey weitem nicht so deutlich, obgleich es ebenfalls beweisst, dass Metalle vom electrischen Schlag zerrissen werden können, ohne geschmolzen zu seyn. („*Un fil de cuivre jaune de 12 pouces fut fondu en partie, et se convertit dans un grand nombre de petites parcelles, dont quelques unes portoient des marques evidentes de fusion, pendant que les autres etoient comme coupées à morceaux, dont le plus grand n'avoit pas la longueur de* $\frac{1}{25}$ *pouce.*")

— Wir haben im gegenwärtigen Abschnitte noch bloss feste Leiter, mit festen Isolatoren zusam-

---

3. Ein anderer Punkt, den ich bey Nachweisung des Parallelismus von Oxydabilität und Leitung in den VAN MARUM'schen Versuchen, als ausgemacht voraussetzte, war, dass der electrische Process Wärme erzeuge, und dass diese Wärmeerzeugung dem Quantum der geleiteten Electricität proportional sey. Ich halte es um so eher für nöthig, auch hierüber noch einige Worte zu sagen, da noch ganz neuerdings dieser Satz von BERTHOLLET sehr in Anspruch genommen wurde. Nachdem er die von ihm oben angeführten, wie auch noch andere Versuche GAY-LUSSAC's, (über die Wirkung des freyen electrischen Stroms auf das Thermometer u. s. w.), erzählt hat, fährt er p. 261. (des *Essai* etc. Part. I.) fort: „*Ces experiences me paroissent prouver que ce n'est point par une élévation de température que l'electricité agit sur les substances et sur leurs combinaisons; mais par une dilatation qui éloigne les molécules des corps. La faible chaleur qui a été observée dans le fil de platine, n'est que l'effet de la compression produite par les molécules qui éprouvent les premières l'action électrique, ou qui l'éprouvent à un plus haut degré; elle doit être comparée à celle qu'on excite par la percussion ou par la compression* etc." Die Bescheidenheit, mit der er selbst (p. 264.) diese Erklärungen bloss für „*des conjectures, que l'observation peut confirmer ou détruire*," ausgiebt, erlaubt uns, nachzuweisen, in wiefern die Beobachtung wirklich das eine oder andere schon that. — In welchem Grade BERTHOLLET für den Fall von GAY-LUSSAC mit der Platina Recht hat, dies hat das Vorige nur schon zu gut gezeigt. Die „*dilatation qui éloigne les molécules des corps*" ist eben, was wir unter der Zerschmetterung .... verstanden haben. Dass aber die, im Verhältniss zu der zu einer wirklichen Schmelzung nöthi-

mengesehen, und umgekehrt, und vorerst daraus auf die Einheit der Systeme beyder überhaupt ge-

---

gen, sehr geringen Wärme des Draths, nichts als ein bloßes Product einer Compression dieser *molécules* sey, ist wohl zu viel. Wo sollte man alle die zahlreichen Fälle solcher dennoch wirklichen Schmelzungen hinrechnen, die sobald eintreten, als das Metall, entweder besser leitet, oder auch, bey eben so schlechter, nur die Spannung der electrischen Batterie ...., also auch die Wirkung der Zerschmetterung, soweit sie von der Batterie abhängt, geringer ist? — Was unter den erstern Umständen gewöhnlich ist, haben wir oben gesehen, und von der wirklich ungeheuern Hitze, die dabey zugegen ist, zeugt überdies noch, was VAN MARUM (s. *Prem. contin.* p. 48.) von dem so starken Glühen der durch die Electricität zu Kügelchen geschmolzenen Metalle anführt. Und was die letzteren betrifft, so hat ja CHARLES (s. LICHTENBERG's Magazin, B. VI. S. 64.) und auch VAN MARUM selbst (s. *Prem. cont.* p. 92. 94.), das nemliche Gold und Silber, was bey höherer Spannung der Batterie nicht schmolz, sondern bloß in (Oxyd-) Staub aufgelöst wurde, bey gehörig niederer doch schmelzen, und in Kügelchen niederfallen sehen; und bey der noch weit niederern der VOLTA'schen Säule, wo das Zerschmetterungsvermögen der Electricität, so weit es von ihrer Spannung abhängt, fast ganz wegfällt, (und daher, bey gleicher Säule, die geschmolzenen Längen gleich starker Drähte, in künftigen genauen Versuchen, [und bey Ausschliessung aller Möglichkeit einer Oxydation des Schmelzenden], sich wirklich äusserst nahe bloss verhalten müssen, wie die Producte aus den vorhandenen Leitungen und den zur Schmelzung gleicher Volumina nöthigen Wärmemengen), haben VAN MARUM (s. GILBERT's Annalen, B. X. S. 142.), und PEPYS (s. daselbst, B. XV. S. 258.), selbst Platina, letzterer sogar bey $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, zu Kü-

schlossen. Wir hätten somit drey Fälle übergangen, die doch auch in Betrachtung genommen werden

---

gelchen zusammenschmelzen sehen: dasselbe Metall, dessen wahre Schmelzbarkeit durch Electricität BERTHOLLET vor allen verdächtig ist. Was endlich sollte man von den so bekannten Versuchen ADAM's (s. dessen *Essay on Electricity. Second. Edit.* London, 1785. p. 384.), und abermals VAN MARUM's (s. *Seconde continuation*, p. 92. etc.), denken, in denen dem electrischen Strom ausgesetzte Thermometer um 40 und mehr Grade stiegen. BERTHOLLET erzählt zwar selbst, dass ein mit Dinte geschwärztes Thermometer, was einem starken electrischen Funkenstrom ausgesetzt war, um 1° R. (2¼° F.) stieg, allein er leitet diese Wärme von einer Oxydation des Eisens in der Dinte ab, und belegt dies damit, dass das Thermometer, dem Strahl zur Seite, oder auch mit einem metallenen Leiter, der ihn auffing, in Berührung, nicht stieg. Mit dieser Art aber, jenen Versuch, und gewissermassen auch die ihm doch sicher bekannten vorhin erwähnten VAN MARUM'schen, zu widerlegen, hat er offenbar geirrt. Wahr ist es: der electrische Funke an sich, ist so wenig warm, als der stärkste Focus des Lichts für sich es ist. Erst in sofern; einer wie der andere, Körper treffen, zeigt sich Wärme, und an diesen Körpern; hat man doch neulich ganz das Aehnliche selbst von dem Funkte, in dem Hydrogen mit Oxygen verbrennt, bemerkt; (s. HARE in GEHLEN's Neuem allg. Journ. d. Chemie, B. I. S. 305.). Schlug nun der Funke, wie er wohl musste, am Thermometer nur vorbey, so konnte dasselbe allerdings nicht steigen, es wurde von ihm gar nicht getroffen. Erst in dem Masse, als er es traf, konnte dieses afficirt werden, und dies wird bey dem trochnen Dintenüberzug und seiner schlechten Leitung gewiss nur ein Geringes gewesen seyn. VAN MARUM und andere haben, aus ähnlichen Gründen vergebliche

müsten, wenn von der Vereinigung aller Körper zu Einem System die Rede seyn soll. Es fehlt noch

---

Versuche, in Menge angestellt; (vergl. noch *Seconde continuation*, p. 86. etc.) Man mag auch noch so gewiss glauben, die Kugel des Thermometers mitten in den vom einen Conductor zum andern überfahrenden Funkenstrahl gestellt zu haben, er wird sich dennoch, und besonders bey Thermometern, deren (Glas-) Kugel ohne Ueberzug ist, beständig um dieselbe herum schlagen, und sie so nur äusserst wenig treffen. Es ist interessant zu sehen, wie ADAMS diesem Umstande abzuhelfen wusste. Er steckte, statt der sehr gut leitenden metallnen Kugeln . . . . an den Conductoren, hölzerne auf. Diese leiteten sehr viel schlechter. Es war nicht mehr ein Punkt, oder fast ein solcher, in welchem der Funke ausbrach, eine ganze Menge Punkte, Spitzen (der Kugel) . . . . sendeten ihre Ströme aus. Trafen diese jetzt das Thermometer, so war es weit mehr mit ihnen in Conflict, es entstand ein weit grösserer Wirkungswerth auf dasselbe, als vorher: und nunmehr stieg das Thermometer von 68° F. bis zu 110° F. VAN MARUM brachte, auf gleiche Weise, es von 60° F. bis 102° F., was eben so viel heisst. Ich finde nicht, dass dieser oder jener seine Thermometer schwärzte; das Glas der Kugel war dem Strome offen ausgestellt, (ganz wie der Quarz, dessen Ränder schmolzen, als VAN MARUM die Ladung seiner grossen Batterie an ihnen weg fahren liess, und der, wenn er nur hohl gewesen, und auf Thermometer-Art Quecksilber enthalten hätte, dies sicher steigen gemacht hätte.) VAN MARUM macht sich selbst den Einwurf, der viele Aehnlichkeit mit dem hat, den ihm BERTHOLLET, der alle durch Electricität erregte Wärme als Folge einer Kompression, Oxydation u. s. w., ansieht, etwa hätte machen können: dass es nemlich möglich wäre, dass in jenem Versuch die Wärme, die das Thermometer zeigte, auf irgend

das Verhalten flüssiger Leiter zu festen Isolatoren; fester Leiter zu flüssigen Isolatoren;

---

eine Weise aus der Luft entwickelt worden sey. Nach dieser Voraussetzung hätte im Luftdünnern Raume die Wärmeerzeugung, weit geringer seyn müssen. Ihr zum Gegentheil aber fand sich, dass sie sehr viel grösser war; und je mehr er dafür sorgte, „*que les courans de fluide électrique, descendans du bord du bois (susdit), touchassent mieux la boule du thermometre*," desto grösser war sie von neuem. So brachte er dasselbe Thermometer, was in voller Luft vorher nur bis 100° höchstens 102° F. stieg, jetzt in der wenigstens 60 Mal dünneren Luft, erst bis 120° F., und nach der eben erwähnten Verbesserung der Vorrichtung, sogar von 45° bis zu 151½° F. Auch hatte hieranf die Natur der verdünnten Luft selbst keinen Einfluss, in gleich verdünntem Oxygengas stieg das Thermometer eben so hoch und nicht höher, als in verdünntem Stickgas, und in diesem wiederum nicht höher oder niedriger, als in der verdünnten atmosphärischen Luft. (S. *Seconde continuation*, p. 100.) Die Luftverdünnung aber wirkte dadurch, dass sie den electrischen Ausströmungen aus dem Holze, wegen des verminderten Isolements, eine weit grössere Ausbreitung und Zertheilung in mehrere, damit also ein desto vielfältigeres Berührtwerden der Thermometerkugel von ihnen, hervorbrachte, wo dann, sofern irgend das Steigen des Thermometers hiervon abhing, dies nothwendig viel beträchtlicher seyn musste, als in freyer Luft. Es würde, unter gleichen Umständen, am allerbeträchtlichsten gewesen seyn, wenn VAN MARUM den Versuch in gleich verdünntem Hydrogengas angestellt hätte, weil dies, (beym gewöhnlichen Druck der Luft), unter allen Gasen der Electricität den geringsten Widerstand entgegensetzt, (s. MORGAN's Vorlesungen über die Electricität. A. d. Engl. Leipzig, 1798. S. 169.); so

und flüssiger Leiter zu flüssigen Isolatoren. Damit erst wären die möglichen Fälle erschöpft.

---

wie VAN MARUM bey ganz genauer Nachsicht auch schon im Stickgas, eine, wenn auch nur wenig höhere Erwärmung, als unter völlig gleichen Umständen im Oxygengas, hätte wahrnehmen müssen. — Wir hatten die Metalle auf einige Augenblicke verlassen, unsere Betrachtung aber führt uns von selbst wieder auf sie zurück. Man fange noch einmal an bey dem Funken, der, an sich nicht warm, auch keine Wärme geben kann, so lange er mit nichts, was wärmbar ist, zusammentrifft. In dem Grade aber, als letzteres geschieht, wärmt dieser Funke, und wie sehr schon da, wo immer noch bloss ein äusserst unvollkommenes Getroffenwerden des Körpers (hier der Thermometerkugel), bewirkt werden kann, hat man gesehen. Das eine beweisen die 106½° F., um die das Thermometer von 45° bis 151½° F. stieg; das andere die Berechnung, wieviel überhaupt Electricität strömen musste, um die Thermometerkugel so viel zu berühren, als zu jenem Steigen nöthig war. Die Maschine ging 40 Mal in der Minute um: (s. *Description*, p. 70.). Es brauchte 200 Umdrehungen, also 5 Minuten, um die 225 Quadratfuss Batterie so zu laden, dass sie 120 Zoll Zinndrath von $\frac{1}{32}$ Zoll Durchmesser schmolzen; (s. *Premiere continuation*, p. 18.), Als die Maschine 1790 neue Reiber und das KIENMEYER'sche Amalgama bekommen hatte, wirkte sie wenigstens 5 Mal stärker, als vorher, (s. *Seconde continuation*, p. 216.), sie hätte also j ne Batterie mit höchstens 40 Umdrehungen, folglich schon in 1 Minute, so stark geladen. Nun wurden aber um das Thermometer, mittelst dieser Maschine und in ihrem besten Zustande, von 45° bis 151½° F. zu bringen, 16 Minuten erfordert; es strömte also so viel Electricität, als, in 16 Ladungen der Batterie von 225 Quadratf ss vertheilt, 1940 Zoll Zinndrath von $\frac{1}{32}$ Zoll Durchmesser, oder 80 Zoll Ei-

Es wird indess nicht schwer zu finden seyn, wie alle diese Fälle schon von selbst desselben Re-

---

sendrath von derselben Stärke, nach einander zu Kügelchen zusammengeschmolzen hätte. Welcher grosse Unterschied ist zwischen dieser Hitze, und den vorigen 106½ Graden, um die das Thermometer stieg! — Wieviel aber ein gegebener electrischer Strom, wenn er, so zu sagen, ganz auf Wärme verwandt würde, Wärme hervorbringen könnte, dieses sieht man erst, wo er den Körper, an dem die Wärme sich durch Temperatur, durch Schmelzen u. s. w., äussern soll, ganz und gar, und ohne einen Seitenverlust, trifft. Dieses wird nur dann geschehen, wenn dieser Körper ein Leiter ist, und ein so guter, dass er fähig genug ist, diesen ganzen Strom aufzunehmen. Solche gute Leiter aber sind die Metalldräthe, von denen wir sprachen. Das Maass ihrer Veränderung, soweit sie der Art ist, dass sie nur Wärme bewirken kann, giebt das Maass der erzeugten Wärme selbst. Wir haben oben jene Veränderungen wirklich gemessen, sie haben ganz mit denen durch Wärme übereingestimmt, und sich, wie die durch selbige angezeigten Mengen Wärme, genau verhalten, wie die vorhandenen Grössen der Electricität selbst. Wie beträchtlich aber beyde seyn, fällt noch mehr ins Auge, wenn man bedenkt, dass die grosse Teyler'sche Maschine in ihrem jetzigen Zustande fähig ist, in 24 Stunden genug Electricität zu liefern, um, in Entladungen der Batterie von 550 Quadratfuss, nach und nach über 10 Cubikzoll Eisen als Drath No. 1., oder über 240 Cubikzoll Zinn in derselben Form, in den Zustand der vollkommensten Schmelzung zu versetzen.

4. Ein Punkt endlich, über den wir uns im Vorigen noch nicht mit aller Bestimmtheit erklärt haben, und der demohngeachtet fast der wichtigste von allen ist, betrifft das Verhältniss von Leitung zu Wär-

sultats gewiss sind, wie der obige Fine, den wir vorzugsweise untersuchten, weil über ihn die meh-

---

meerzeugung selbst. Wir übergingen dessen Auseinandersetzung noch, da sie früher, unserm Geschäft ein verwickelteres Ansehen gegeben haben würde, als ihm zukommen darf. Ueberdies wird man ihn um so lieber besonders abgehandelt sehen, da er Aussichten in das Gebiet der Electricität überhaupt öffnen wird, die man, so nahe alle Data dazu lägen, doch nicht geahnet haben wird, obschon ich hier davon kaum mehr, als was für unsern gegenwärtigen Zweck, die Analyse von VAN MARUM's Schmelzungsversuchen, eben nöthig ist.

Ich erinnere an den Eingang in dieselbe S. 177. 178. zurück. Dass die Electricität überhaupt auf die Metalle wirkte, setzte ihre Theilnahme an dem electrischen Process voraus, welche Theilnahme überall Leitung heisst. Dasselbe musste von neuem für den besondern Fall, dass sie Wärme erregen, gelten, und diese Wärmeerregung durch Electricität ist durchaus keine Hypothese mehr, wir kommen eben davon zurück, gezeigt zu haben, wie gross dieselbe wirklich sey und werden könne. Wir schlossen also weiter: diese Wärmeerregung, als eben mit dem electrischen Process eng verkettetes Product, werde sich verhalten, wie die Grösse dieses Processes, und also auch, wie das, was ihn bedingt, wie das Maass seiner Leitung. An allem diesem ist nichts auszusetzen; nur das ist näher zu bestimmen, welches der electrische Process selbst, welche Art oder welcher Theil des allgemeinen überhaupt, es sey, welcher Wärme erzeugt, und von dem dann ferner alles gilt, was bereits angeführt wurde? — Wir würden kaum auf diese Frage, die zur Zeit noch sonderbar genug lautet, gekommen seyn, fände sich nicht, dass wenn aller und jeder electrische Process, oder genauer, da aller, von dem wir bey Gelegenheit VAN MARUM's

resten Versuche, ja über ihn allein fast nur, vorhanden waren, während über die anderen sie fast

---

zu sprechen hatten, beständig ein Entladungsprocess entgegengesetzter Electricitäten, ein Vereinigungsprocess derselben, war, jeder solche, ganz und unter jeden Umständen, wo er nur für ihn empfängliche Körper trifft, auf Wärme verwandt würde, sie überall im ganzen vollen Verhältniss seines eignen Werths erzeugte, (wie man aus S. 177. wohl verstehen konnte), in VAN MARUM's Versuchen jederzeit ein Residuum in der Batterie hätte zurückbleiben müssen, was mit der Leitung des Metallstücks (Draths u. s. w.), was geschmolzen wurde, im umgekehrten Verhältniss stand, bey Bley und Zinn also vielleicht sehr klein, bey Kupfer u. s. w. aber nothwendig äusserst gross, und so gross, war, dass es durchaus nicht hätte entgehen können, da, vorausgesetzt, dass Kupfer auch nur noch einmal so schlecht, als Bley, geleitet habe, (und man kann sagen, dass es wohl 10 Mal schlechter leitete), es hinreichend gewesen seyn müsste, noch über 40 bis 50 Fuss Zinndrath zusammenzuschmelzen, denn, alles übrige gleich gesetzt, hatten sich die Schmelzungen zu verhalten, wie die Leitungen. Von solchen ungeheuern Residuen aber ist nirgends ein Wort erwähnt. VAN MARUM selbst ist jederzeit achtsam auf sie gewesen, und in der *Premiere continuation*, p. 60., führt er es mit besonderer Auszeichnung an, dass erst, wenn man die Batterie durch einen langen Metalldrath von der dünnsten Gattung, der beynahe die grösste Länge hat, die davon geschmolzen werden kann, entladet, ein Residuum von einiger Bedeutung zurückbleibt. Und auch dieses gehört nicht einmal für unsern Fall. Denn gleich darauf bemerkt er, dass wenn der Drath länger ist, als dass er geschmolzen werden könnte, (also er gewiss auch schlechter leitet), das Residuum doch sehr viel kleiner, und, im Verhältniss zu der gros-

gänzlich fehlten, — zum Theil, weil sie beynahe ganz unmöglich waren. Dies gilt besonders von

---

sen Batterie, ganz unbedeutend ist. Es wurde bloss dadurch erzeugt, dass, weil doch der Entladungsprocess der Batterie eine endliche Zeit dauern muss, und keinesweges das Werk des absoluten Augenblickes seyn kann, der Drath in seine Kügelchen .... geschmolzen war, ehe die Entladung schon ganz vorüber war. Durch diese Auflösung in Kügelchen war, für den ersten Augenblick, eine ganze Reihe von Schlagweiten entstanden, die, obgleich an sich klein, in ihrer Summe doch ein beträchtliches schnell steigendes Isolement gaben; später waren die Kügelchen gar nicht mehr am Ort, und die Entladung musste durchaus still stehen. Wo der Drath hingegen ganz bleibt, fällt dies alles weg, und die Batterie hat Zeit, sich so weit und völlig zu entladen, als es nach den übrigen Umständen eben möglich ist. (So ist zugleich die Erklärung dieser Versuche gegeben, welche VAN MARUM noch zur Zeit der Beschreibung derselben für gänzlich unerklärlich hielt, S. p. 62.)

In jedem Schmelzungsversuche VAN MARUM's wurde die gleich starke geladene Batterie gleich vollkommen, oder doch so nahe gleich vollkommen, dass man den Unterschied für nichts zu nehmen hat, entladen. Sämmtliche Dräthe leiteten also die ganze Ladung der Batterie, d. i. dieselben absoluten Mengen von Electricität. S. 181. hat gezeigt, wieviel von jedem Metalle geschmolzen werden sollte, insofern die Leitungen, und mit ihnen die Mengen des Geleiteten, gleich wären. S. 182. und 183. aber hat gezeigt, wieviel dennoch mehr oder weniger als sollte, wirklich geschmolzen wurde. Daraus hat sich S. 184. bis 188. ergeben, dass, nachdem vom Bley nach Verhältniss das meiste geschmolzen war, sie in der Ordnung: Zinn; Eisen; Kupfer; (Messing; Silber; Gold);

dem letzten dieser Fälle. Wer wohl zum Beyspiel wollte sich unterwinden, über Wasser gegossenes

---

immer weniger geschmolzen wurden, dass also, insofern ihre wahrhafte Schmelzung, (die hier allein gemeint ist), irgend (zunächst) durch Wärme bewirkt seyn sollte, die Wärmeerzeugungen in dieser nemlichen Ordnung immer um so geringer, (oder auch in der umgekehrten immer um so grösser), waren, als sie, der Voraussetzung gemäss, dass sie den absoluten Mengen von Electricität parallel gingen, hätten seyn sollen. Dennoch zogen wir daraus den Schluss, die Metalle haben in der angeführten Ordnung schlechter (oder in der umgekehrten besser) geleitet, und beriefen uns dabey vorzüglich auf die Ordnung, in der sie anderswo die Electricität ausgemacht gut oder schlecht leiten. Ihre verschiedene Leitung, wie wir sie nahmen, konnte also nicht auf diese absolute Menge von Electricität selbst, als die bey allen gleich war, sondern auf den andern Umstand, der mit der bessern oder schlechtern Leitung überall verbunden ist, auf die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit der dieselbe absolute Menge geleitet wurde, bezogen seyn. Sagten wir daher S. 178.) die Schmelzbarkeiten der Metalle durch Electricität verhielten sich (vor derselben Batterie und Ladung), wie die Producte aus ihren Leitungen und ihren Schmelzbarkeiten durch Wärme, so hätten wir uns bestimmter auszudrücken gehabt: ihre Schmelzbarkeiten (durch Electricität) verhalten sich wie die Producte aus den Graden der Geschwindigkeit, mit der sie leiten, und aus den Schmelzbarkeiten dieser Metalle durch Wärme.

Wir kommen hier auf ein merkwürdiges Resultat. Eine und dieselbe Menge Electricität, angewandt in einer und derselben Ex- und Intensität, (Grösse der Batterie und Spannung derselben), bringt um so mehr

Oel von diesem so genau, und überall zugleich, zu trennen, dass die Condensation der im Contacte als

---

Wärme hervor, je schneller, und um so weniger, je langsamer sie geleitet wird; — oder, was eben so viel sagt: die von gleich viel Electricität erzeugten Wärmen verhalten sich, unter übrigens gleichen Umständen, umgekehrt wie die Entladungszeiten; je kleiner diese, desto grösser jene. Man setze die Entladungszeit unendlich gross, und die erzeugte Wärme wird ganz Null seyn, so wie wieder das Maximum von Wärme von einer gegebenen Batterie und Ladung da seyn würde, wo die Entladungszeit unendlich klein wäre. Je mehr man sich dem letztern Extrem nähern kann, desto grösser ist die von gleich viel gleich gespannter Electricität erzeugte Wärme.

Aber das vorige Resultat wird noch merkwürdiger, wenn sich findet, dass Eine und dieselbe absolute Menge Electricität, bey einer und derselben Güte der Leitung (im letzterwähnten Sinne), um so mehr Wärme erzeugt, je höher die Spannung ist, aus der sie bey der Entladung der Batterie u. s. w., in das Null derselben übergeht. Und dies findet sich wirklich. Zwar weiss ich, dass man uns hier vor allen Dingen Cuthbertson's jetzt oft citirte Versuche, (s. dessen *Eigenschappen van de Electriciteit*, 3*de decl.* 1794. §. 56 — 59. und Abhandlung von der Electricität, 3te Fortsetzung. 1796. S. 84. 85.; vergl. Gilbert's Annalen, B. III. S. 9 — 13. und 29 — 30., B. XII. S. 478., B. XIX. S. 22.), entgegensetzen wird, nach denen dieselbe absolute Menge von Electricität durchaus gleich viel Metall schmelzen, (also auch gleich viel Wärme erzeugen), soll, welches auch das Verhältniss der Belegung zur Spannung sey. Man hat dies indess weit allgemeiner ausgedrückt, als Cuthbertson es im Sinne hatte, der selbst gesteht, dass

erzeugt vorausgesetzten Electricitäten wirklich aufgehoben wurde, und nirgends eine Gelegenheit ent-

---

seine Versuche eigentlich nur beweisen, dass bey einem geringern Wechsel von Belegung und Spannung, (Ex- und Intensität) der Unterschied der geschmolzenen Drathlängen sehr klein und nicht zu merken ist. Die Spannung x und die Belegung y genannt, experimentirte CUTHBERTSON gewöhnlich in den Grenzen von $x \cdot 2y$ und $2x \cdot y$; $x \cdot 3y$ und $3x \cdot y$ waren ihm schon verdächtig, und wie der Wechsel noch grösser wurde, trat der geforderte Unterschied völlig hervor. $x \cdot 5y$ forderte bereits ½ mehr Electricität, um $5x \cdot y$ gleich zu wirken, (s. *Eigenschaften* etc. §. 59 — 61.), und NICHOLSON sah bey CUTHBERTSON, dass als y 15fach, (statt einer Flasche 15), genommen war, statt 10 Umdrehungen, die sonst hinlänglich waren, jetzt 20, (also noch einmal so viel Electricität), mussten angewandt werden, damit bey der Entladung dieselbe Länge Drath geschmolzen werden konnte, als vorhin, wie die Ladung in Einer Flasche concentriret, (statt $x \cdot 15y$, $15x \cdot y$ genommen), war, (s. GILBERT's Annalen, B. III. S. 31.). War das Verhältniss von Spannung zu Belegung von Anfang an schon geringer, so wurde der Schmelzungs- (Wärme-) Unterschied, als statt der einen Flasche 15 genommen, in diese aber dieselbe Menge Electricität, als vorher in die Eine, gebracht wurde, noch grösser. Die 2½ Zoll Drath, welche geschmolzen wurden, wenn Eine Flasche mit 5 Umdrehungen geladen war, erforderten 15 und noch mehr Umdrehungen, wenn sie von 15 Flaschen aus geschmolzen werden sollten.

CUTHBERTSON's Beobachtungen lehren also nicht bloss, dass eine und dieselbe absolute Menge Electricität um so weniger Wärme erzeuge, je geringer ihre Spannung ist, sondern auch noch, dass das Verhält-

stände, dass sich die nunmehr freye Electricität des Oels nicht wieder ganz, oder doch grösstentheils,

---

niss, nach dem jene Wärme mit der Spannung abnimmt, von neuem wieder um so grösser werde, je kleiner diese Spannung selbst schon ist. Es folgt also nun noch um so nothwendiger, dass ein Punkt kommen müsse, wo die Wärmeerzeugung endlich ganz Null wird, und dass derjenige, wo sie fast Null ist, nahe genug liegen müsse, um ihn practisch erreichen zu können. Bereits vor 3 Jahren hatte ich Gelegenheit, das äusserst geringe Schmelzungsvermögen elektrischer Batterien von 64 Par. Quadratfuss, die bis auf 10° des Volta'schen Strohhalmelectrometers geladen waren, in Vergleich gegen das einer Flasche von nur ¾ Quadratfuss Belegung aber 44 Mal höherer Spannung, so dass diese Flasche und jene Batterie gleiche absolute Mengen Electricität enthielten, zu bewundern, und ich zweifle gar nicht, dass dieselbe Menge Electricität, die von Einem Quadratfuss Belegung aus an 5 Zoll Drath von No. 16. z. B. schmilzt, nicht 1 Linie mehr schmelzen würde, wenn man sie aus den 550 Quadratfuss der grossen Teyler'schen Batterie entlüde.

Was aber der eben dargestellten Wichtigkeit einer vorhandenen Spannung und ihrer Höhe, damit eine gegebene Menge Electricität einen endlichen Grad von Wirkung, hier der besondern, Wärme zu erzeugen, zu einem allgemeinen Gesetz für alle Wirkungen, die wir von ihr zu erhalten gewohnt sind, erhebt, und damit die oben versprochenen neuen Aussichten in das gesammte Gebiet der Electricität öffnet, ist: dass wirklich auch alle übrigen Wirkungen der Electricität von dem Vorhandenseyn einer solchen Spannung, und ihrem Grade, abhängig sind. Fangen wir beym Schlage oder der electrischen Erschütterung an, so dürfen wir, um kurz zu seyn

mit der eben so freyen und hoher Spannung fähigen Electricität des Wassers zu Null vereinigte, und so

---

nur gelade zu VOLTA's schöne und gewiss gültige Versuche darüber anführen: „Ich wünschte," sagt er in GILBERT's Annalen, B. XIV. S. 259. u. f., „zu bestimmen, welches die kleinst-möglichste Ladung von belegtem Glase sey, durch die dem kleinen Finger, den ich in Wasser getaucht hatte, bey einer die Entladung am besten leitenden Verbindung, der kleinstmögliche noch merkbare Schlag ertheilt werde; und zwar suchte ich dieses Minimum electrischer Spannung, welche einen solchen kaum noch empfindbaren Schlag hervorbringt, für verschiedene Grössen von belegtem Glase, das allessammt von gleicher Dicke war, aufzufinden. Ich suchte zu dem Ende Gläser aus, die ungefähr ½ Linie dick waren, fing mit 1 Quadratzoll Belegung an, und schritt dann zu 2, 4, 8 Quadratzoll Belegung fort. So fand ich das Minimum der Ladung, bey der der Schlag merkbar blieb, nach Graden meines feinern Strohhalmelectrometers, dessen Grade halbe Linien betragen, gemessen, bey einer

Belegung von 1 ; 2 ; 4 ; 8 ; 16 Q. Zoll
ungefähr 45° ; 25° ; 14° ; 8° ; 4,5°

und so wird also, um bey noch einmal so grosser Belegung den gleichen Effect hervorzubringen, eine Spannung erfordert, die etwas grösser als die Hälfte ist, und zur ersteren im Verhältnisse von 56 : 100 steht." — Schon nach diesem Verhältniss folgt, dass eine Menge von Electricität, die sich auf einem Quadratfuss Belegung mit einer Spannung von 10° des VOLTA'schen Strohhalmelectrometers befindet, und folglich bey der Entladung unter den von VOLTA angegebenen Umständen (— er setzt dazu das Wasser, in welchem der Finger der einen Hand sich befindet, mit der einen

das Höchste, was sich erhalten liesse, eine Spannung wäre, die schwerlich grösser, als die bereits

---

Belegung des Glases durch einen breiten Streifen Metall in Verbindung, und erregt dann die Entladung durch einen zweyten breiten ähnlichen Streifen, den er mit der andern stark befeuchteten Hand fest gefasst hält —), schon einen sehr beträchtlichen Schlag giebt, bey der Entladung aus 1600000 Quadratfuss Belegung, (wo sie nur mit etwa 0,0000007° Spannung vorhanden ist), nicht die geringste Spur davon mehr geben könne. Es ist indess höchst wahrscheinlich, dass dieser Punkt noch viel früher eintrifft, und dass das VOLTA'sche Verhältniss bey fortgehender Abnahme der Spannung eben so selbst steigen wird, als vorhin das CUTHBERTSON'sche bey den Wärmeerzeugungen.

Was endlich die chemischen Wirkungen der Electricität auf nassem Wege, die sich sämmtlich auf eine Zersetzung des Wassers, und somit auf den Amsterdammer Versuch, zurückbringen lassen, betrifft, so haben fast alle, die sich mit letzterem beschäftigten, seine Urheber inbegriffen, (s. oben S. 173.), angemerkt, dass man in gleicher Zeit, also auch von gleich viel Electricität, um so mehr Gas aus dem Wasser erhalte, je grösser die Weite ist, aus der man die Funken überschlagen lässt, aus je grösserer Spannung also die Electricität in Null übergeht. Dies war auch die Ursache, warum sich bisher alle Experimentatoren einer solchen Schlag- oder Funkenweite dazu bedienten, sie mochte nun an Leidner Flaschen, oder wie späterhin zwischen den blossen Leitern, angebracht seyn. Dass ich in meinem oben S. 172 — 176. erzählten Versuche keine nöthig hatte, erklärt sich, (unter den übrigen Umständen desselben), allein aus der Güte der dazu gebrauchten Maschine, denn wirklich war die Leitung des Gasapparats nie so voll-

an sich unmerkliche während dem Contact, seyn könnte. Alles dieses aber setzt, wie gesagt, noch

ständig, dass sie den Conductor beständig auf Null, oder auch nur sehr nahe daran, erhalten hätte; er gab sogar, so oft man ihn berührte, noch merkliche Fünkchen und selbst kleine Schläge. Auch hier war also noch immer eine bedeutende Spannung vorhanden. In einer Flüssigkeit und bey Dräthen, die zusammen den Conductor der Maschine durchaus zu keinem endlichen Grade von Spannung kommen liessen, würde sicher nicht die geringste Wasserzersetzung möglich seyn. Sogar WOLLASTON's und VAN MARUM's Vorrichtungen der Dräthe zu diesen Versuchen, durch welche sie dieselben in der kleinst-möglichen Fläche mit dem Wasser in Berührung zu setzen streben, reduciren sich darauf, die Leitung des Apparats zu verschlechtern, und dadurch die Spannung, aus der die Electricität beständig in Null überzugehen hat, zu vergrössern, und wie weit man es auf diesem Wege bringen könne, zeigt besonders WOLLASTON's „7ter Versuch" (s. GILBERT's Annalen, B. XI. S. 109.), in welchem es ihm, wie ich, (gegen S. 175. oben), eben bemerke, schon früher als mir, und mit einer schwächeren Maschine, gelang, vermittelst des völlig continuirlichen Stroms das Wasser zu zersetzen; nothwendig musste aber auch bey ihm die kaum zu berechnende Feinheit seines aus in Haarröhrchen erhitzter Goldauflösung durch Zusammenschmelzen der zurückgebliebenen Metallhaut entstandenen Goldfadens, und seines Durchmessers, eine Verschlechterung der Leitung hervorbringen, die stark genug war, um die zur chemischen Wirkung auf das Wasser überhaupt, und zu dem Grade derselben in seinem Versuche insbesondere, nöthige Spannung zu geben und zu unterhalten.

Ich bin bey dieser Aufzeigung der Wichtigkeit einer vorhandenen Spannung, damit Electricität überhaupt

dazu voraus, dass wirklich der Contact zur Erzeugung solcher Electricitäten hinreichend wäre,

---

Wärme, Wasserzersetzung, und Wirkung auf den menschlichen Körper, hervorbringe, bey der Electricität der gewöhnlichen Maschine stehen geblieben. Es giebt indess noch einen Ort, wo man dieses Gesetz, und noch viel weiter, ja selbst bis an die Grenzen, die bey der Electrisirmaschine, der electrischen Batterie, u. s. w., fast unerreichbar sind, verfolgen kann; die Volta'sche Säule. Hier, wo Quantitäten von Electricität in Bewegung sind, gegen welche, selbst, was die grösste Electrisirmaschine auf Erden, die grosse Teyler'sche zu Harlem, liefert, verschwinden muss, wird während einer totalen Schliessung, welche die Spannung der Säule als solcher wirklich auf Null zurückgebracht hat, des unermesslichen Stroms von Electricität ohngeachtet, nicht die mindeste Wärme erzeugt, nicht eine Spur von Wasser zersetzt, und wäre es nur möglich, mit dem eignen Körper die Säule eben so vollkommen geschlossen zu erhalten, wie durch Metall, verschiedne Säuren, Metallsolutionen, u. s. w., so würde auch dieser nicht die geringste Spur eines Schlages, einer Fortdauer dessen, wovon er der Anfang war, und überhaupt irgend eines Gefühls oder einer Empfindung, haben und behalten. Man sieht, es öffnet sich ein Feld zu neuen Untersuchungen und Wahrheiten, so gross, wie das Gebiet der Electricität selbst — und vielleicht grösser, wenigstens, als letzteres nach den ihm gewöhnlich gesetzten Grenzen. Eine Note aber ist nicht der Ort, es auch nur einigermassen vollständig abzuhandeln. Hier kommt uns mehr nicht zu, als es, da ganz davon zu schweigen, unmöglich war, bloss anzumerken; die weitere Auskunft wird die Folge geben.

— Wir kommen jetzt überhaupt auf das zurück, was diese Note hauptsächlich beabsichtigte. Van Marum's

was sich der grossen Isolation des Oels (wie anderer flüssiger Isolatoren) wegen, kaum vermuthen

---

(und CUTHBERTSON's) Versuche, und deren Analyse, haben uns darum so lange aufgehalten, weil letztere, durch Rechtfertigung alles dessen, was wir zu ihr anwandten, und durch das, was sonst sich noch mit ihr ergab, wenn nicht der kürzeste, doch gewiss der interessanteste Weg war, auf dem wir zu einem Resultate gelangen konnten, was alles Uebrige an Galvanischer Kette, VOLTA'scher Säule, und endlich der gewöhnlichen Electrisirmaschine . . . ., von selbst forderte, zu dem nemlich: dass auch auf trocknem Wege, und für die Electricität der gewöhnlichen Electrisirmaschine, sich eine Stufenfolge der Leitungsfähigkeit der Metalle auffinden lässt, die mit der ihrer Oxydabilität im genauesten Zusammenhange steht. Auch war noch eine Ursache vorhanden, welcher wegen wir, um zu diesem Resultate zu kommen, obigen mühsameren Weg betreten mussten. VAN MARUM selbst hat Versuche angestellt, um die Ordnung, in welcher mehrere Metalle besser oder schlechter leiten, zu erfahren, und aus ihnen würde sich, wenn ihre Deutung richtig wäre, geradezu das Umgekehrte von dem, was wir zu fordern hatten, ergeben. Nach ihnen nemlich wäre das Kupfer, was alles Uebrige für einen schlechtern und viel schlechtern Leiter ausgiebt, als das Eisen, im Gegentheil ein sehr viel besserer als dieses. (S. *Premiere continuation*, p. 164 — 168.) Es kam darauf an, diese Versuche, in was es auch sey, verdächtig zu machen, was uns ihr Urheber um so eher verzeihen wird, da später sie ihm selbst es schon einigermassen geworden sind. (Vergl. *Seconde continuation*, p. 252.) Zudem haben wir dies auf eine Art und nach Principien gethan, die beyde seinen Beyfall kaum verfehlen können, und dann ist es um so genügender für uns und ihn, dass er die Data, die ihn widerlegen soll-

lässt. Es würde Reibung erforderlich seyn: wie aber will man diese bey solchen Körpern bewerkstel-

---

ten, selbst geliefert hat. Erst jetzt, am Ende unsrer Arbeit, erwähnen wir daher, dass Versuche eines anderen Experimentators, die noch dazu viel früher als die seinigen, und überhaupt die ersten sind, die über die verschiedene Leitung der Metalle unternommen wurden, die Leitungsfähigkeit der Metalle genau in derselben Ordnung geben, als wir sie aus VAN MARUM's Schmelzungsversuchen, und durch so vieles andere bestätigt, gefolgert haben. PRIESTLEY nemlich fand, bey einem Verfahren, was nicht einfacher gedacht werden kann, und von welchem man mit Vergnügen liesst, dass es von FRANKLIN herrührt —: dass Silber besser leite als Gold, Kupfer besser als Silber, Eisen besser als Kupfer, und Bley besser als Zinn. Bloss zwischen Zinn und Eisen fehlt ihm die Vergleichung; ein Mangel, welchen wir am wenigsten zu beklagen haben. (S. PRIESTLEY's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Electricität. A. d. Engl. v. KRUENITZ. Berlin und Stralsund, 1772. 4. S. 486. 487.)

Es ist also überall, wo wir nur nachsehen, bestätigtes Resultat, dass Oxydabilität und electrische Leitungsfähigkeit aufs innigste zusammenhängen. Das Oxydirbarere leitet besser, als das minder Oxydirbare, und wie gross der mit dieser verschiedenen Oxydirbarkeit verbundene Unterschied der Leitung wirklich seyn und werden kann, haben wir ebenfalls gesehen. Wenden wir dies jetzt auf das Metall, das Amalgama am Reibzeug der gewöhnlichen Electrisirmaschine an. Es wird ebenfalls um so vollkommener leiten müssen, je oxydirbarer es ist. Diese Leitung aber ist nothwendig, sofern die Maschine überhaupt fortdauernd wirken soll. Sie vermittelt die Möglichkeit, dass das durch den (entladen werdenden)

ligen? — Es gehörten VOLTA'sche Vorrichtungen (vergl. S. 79. oben) dazu; wer aber hat seit VOL-

---

Conductor wieder auf Null oder nahe zu Null herabgesetzte Glas beständig wieder neuer Spannungssetzung mit dem Reibzeug fähig ist. Ausserdem würde diese Entladung des Conductors nichts zur Folge haben, als dass die Spannung des Reibzeugs die doppelte würde: der mögliche Spannungsunterschied, gleich viel, in was er sich realisirt, wäre schon zugegen, wenn ein neuer gesetzt werden sollte, und die Wirkung der Maschine stände still. Wie aber auch das Reibzeug, durch Ableitung nach dem Boden, (oder durch Zuleitung nach dem positiven Conductor), beständig in einer ähnlichen Nähe von Null erhalten wird, wird die vorhandene Spannung zwischen Glas und Reibzeug beständig wieder aufgehoben, und somit neue continuirliche Spannungssetzung, überhaupt eine dauernde Wirkung der Maschine, vermittelt; alles im Grade der Leitung, die dieses Reibzeug u. s. w. selbst gewährt. Diese ist aber ausserordentlich gross, wo Zink-, Zinn-, oder Amalgame von beyden Metallen zugleich, wie das KIENMEYER'sche ein solches ist, angewandt werden. Die ausserordentliche Wirksamkeit derselben erscheint also von selbst als die nothwendige Folge schon dieser ihrer ausserordentlich guten Leitung.

WOLLASTON erzählt, dass Silber- oder Platinaamalgama, auf das Reibzeug der Electrisirmaschine getragen, keine, d. h. nach Maschinensprache, verhältnissmässig nur sehr wenig Electricität gegeben habe. (S. GILBERT's Annalen, B. XI S. 111. 112.) Es ist die schönste Bestätigung unserer Ansicht. Beyde Amalgame sind sehr wenig oxydirbar, und damit, schon gegen das erste beste Zinnamalgama verglichen, auch äusserst schlechte Leiter. Sie können also nur sehr schlecht den Act der Leitung unterhalten, der zur

TA dergleichen angewandt, ja anzuwenden Zeit gehabt, da sie so eben kaum bey uns bekannt geworden sind? —

Wirkung der Maschine so wesentlich ist. Die Silberamalgame grenzen an Schweroxydirbarkeit fast an das Reissbley, und wo die Platina amalgame sich befinden, hat man am Beyspiel des Palladiums gesehen, (vergl. d. a. O. B. XVI. S 299. 305. 309., und VOIGT's Magazin, B. VI. S. 108.), dessen Zusammensetzung aus Platina und Quecksilber durch WOLLASTON's Vermuthung (s. *Annales de Chimie*, T. LII. p 51. 52.), und den von seinem ersten Entdecker ausgesetzten Preiss auf auch nur 20 Grane künstliches Palladium, (s. GEHLEN's Neues Allg. Journ. d. Chemie, B IV. S. 219.), noch nicht gefährdet ist, so gewiss es CHENEVIX gelang, aus 100 Theilen Platina und 200 Theilen Quecksilber bestimmt weit mehr als 100, ja sogar 300 Theile desselben, zu verfertigen, die in allen Stücken, selbst im Galvanismus (s. GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 300.), den allerersten Proben, die es davon gab, gleich kommen.

Was endlich schwerer, als alles das, was wir bis hieher über die Rolle, welche KIENMEYER'sches Amalgama und andere, schon in sofern spielen müssen, als sie ganz vorzüglich gute Leiter sind, uns zugestanden werden möchte, ist ohne Zweifel wohl, dass wir nicht zugeben können, dass das Amalgama selbst den electrischen Process mit dem Glase beginne, im Gegentheile zu glauben genöthiget sind, dass nur die Substanz, mit deren Hülfe dasselbe auf die Kissen aufgetragen wurde, das Fett, das Oel, der Firniss, u. s. w., dasjenige sey, was mit dem Glase es zunächst zu thun, und durch seine Differenz (seinen Abstand in der Spannungsreihe) von ihm, die Spannung bey der Reibung zu setzen habe, welche die Wirkung

der Maschine ausmacht. Für den indess, dem nicht genügen wollte, was wir schon S. 169. dafür angeführt, und man an jedem Reibekissen selbst in Augenschein zu nehmen in den Stand gesetzt ist, weiss ich nichts Besseres hinzuzufügen, als dass es nicht einmal nöthig ist, das Reibekissen, wie es nach der Zubereitung wurde, — es sey nun immerhin mit seinem Amalgama, oder auch nur mit dessen Umgebung, (dem Talg, dem Fett, dem Oel, u. s. w.,) — unmittelbar an das Glas der Maschine zu bringen. Man belege das amalgamirte Leder des Kissens mit einem Blatte weissem feinem Papier, und lasse dieses sich am Glase reiben, und —: die Maschine wirkt sogar noch stärker, als vorher. S. Wolff in Gilbert's Annalen, B. XII. S. 604 — 607., und über den Ort des Papiers in der Spannungsreihe, und seinen Abstand vom Glase in selbiger auf der negativen Seite der Reihe: Taf. X. zu S. 122. oben. Hier leistet das Amalgama doch offenbar dem Papier keine andern Dienste, als die wir ihm vorher in Hinsicht auf den Talg, das Fett ...., mit dem es aufgetragen wurde, zugeschrieben haben.

Uebrigens schliesst dies alles nicht aus, begreift es vielmehr in sich, was wir auch S. 169. schon zugaben, dass nemlich das Amalgama gerade, auch noch durch seine Oxydirbarkeit als solche, durch einen günstigen Einfluss seiner wirklichen Oxydation auf das Fett ...., wodurch dieses leicht eines höheren Grades von Negativität fähig werden könnte u. s. w., zur guten Wirkung der Maschine beyzutragen im Stande sey. So darf man z. B. vermuthen, dass die Substanz, mit der das Amalgama aufgetragen wird, in den seltensten Fällen ganz wasserfrey sey. Dies begründet einen besondern Process, zwischen dem Amalgama und dem

Doch liessen sich hier schon eher Versuche anstellen, sobald der flüssige Isolator ein Gas seyn darf.

---

nicht ganz wasserfreyen Fett . . . ., ganz von der Art, wie wir ihn, im zweyten Abschnitt, zwischen Metall und Wasser oder solches haltenden Flüssigkeiten, (wo er zweyte Klasse machte), nachgewiesen haben. Das Amalgama bekommt zu Folge dieses Processes — *E*, die Wasserhaltige oder das Oxygen zur Oxydation des Amalgamas liefernde, oder auch nur (aus der Atmosphäre etwa) an dasselbe übertragende Substanz aber, + *E*. Und obgleich dieses + *E* nur von schwacher Spannung seyn kann, so wird es, da der dasselbe liefernde Process, sofern er unterhalten bleibt, es (wie das — *E* für das Amalgama) immer wieder von neuem liefern kann, doch an absoluter Menge zuletzt beträchtlich genug seyn, um der Substanz, an der es vorkommt, und die zunächst es mit dem Glase zu thun hat, einen merklich grössern Grad von Receptivität für das — *E*, was es zu Folge der Reibung an dem Glase zu bekommen hat, zu geben, und zu machen, dass dieses — *E* damit selbst schneller gefordert, und so der ganze Erregungsprocess dadurch beschleuniget wird. Es geschieht demselben dabey ohngefähr der nemliche Dienst, nur sehr im Kleinen, den man der Maschine im Grossen erweisen würde, wenn man mit dem Amalgama des Reibzeugs den positiven Pol einer guten Volta'schen Säule verbände, derer anderer (negativer) Pol durch genügende Ableitung nach einem feuchten Terrain oder einem Flusse, beständig auf Null erhalten würde. Alles, was jenen Oxydationsprocess des Amalgamas befördert, muss dann auf die Wirkung der Maschine selbst von Einfluss seyn. Hierher gehört das Electrisiren in den verschiedenen Gasarten. Nur möchte ich bey weitem nicht glauben, dass alles, was diese Gasarten thaten, von der Beschleunigung oder Retardation und Hemmung der Oxydation (des Amalgamas) herrührte. Einen viel grössern Antheil, voraus-

Man könnte ihn dann, mit Blasebälgen etwa, gegen Metalle und andere feste oder trockne Leiter treiben,

---

gesetzt, dass alle Gasarten wirklich trocken, oder wenigstens nicht feuchter, als die freye atmosphärische Luft, zu der Zeit, wo die Maschinen am besten wirken, hatte ohne Zweifel das specifische Isolement dieser Gasarten selbst. Je grösser dieses ist, desto weniger kann bey der Trennung des mit dem Reibzeug in Conflict gewesenen Glases von ersterem, die ja doch durch alle Grade von Entfernung beyder von einander, auch durch die kleinsten, hindurchgehen muss, sich wiederum zu Null vereinigen, desto grösser ist also die Spannung, die sich nach der Trennung zeigen kann; je kleiner aber jenes ist, desto mehr muss während der Trennung dieser sich wieder vereinigen, desto geringer muss die Spannung, die sich nachmals zeigen kann, seyn. Nun wächst aber gerade dieses Isolement mit der Oxygeneität des Gases, und fällt mit der Desoxygeneität desselben, und beydes sehr stark. (S. Morgan's Vorlesungen über die Electricität, S. 169.) Aus diesem einzigen Umstande also schon muss in der oxygenreicheren Gasart eine weit grössere Menge Electricität frey dargestellt werden können, als in der oxygenärmeren. Sähe man daher auch eine Maschine in oxydirt-salzsaurem Gase ganz ausserordentlich gut, in Hydrogengas dagegen ganz ausserordentlich schlecht, wirken, so würde man dennoch eher keinen genauen Schluss auf dasjenige machen können, was eine wirkliche Absetzung von Oxygen des Gases an das Reibzeug im ersten, und eine Verhinderung derselben im andern Falle, jede, insofern sie dies und sonst nichts war, that, bis man vom ganzen Erfolg denjenigen und sichtbar sehr beträchtlichen Theil abgezogen hätte, der schon allein vom bessern oder schlechtern Isolement der oder jener Gasart herkam. Dieselbe Rücksicht ist bey Versuchen im Luft-

(vergl. WILSON S. 136. oben), oder auch letztere nur heftig in dem jedesmaligen Gas herumschwingen.

---

dünnen Raum zu nehmen. Wäre es möglich, im TORRICELLI'schen Vacuo zu experimentiren, gewiss: die Maschine würde besser wirken, als in irgend einem andern denkbaren Medium. Dieses Vacuum, insofern es wirklich, wenigstens im Bezug auf Luft, eines ist, enthält keine Spur von Oxygen, aber es isolirt vollkommen. (S. ADAM's *Essay on electricity. Third edition*, 1787. *Supplem.* p. LXXV.) Wo hat man den electrischen Process entfernter von allem, was irgend Einfluss von aussen auf ihn haben kann, als in Barometern zwischen Glas und Quecksilber? — Er macht den Grund des Leuchtens dieser Barometer aus; und wenn sonst das Glas, (durch grossen Spannungsunterschied von Quecksilber, gehörige Glätte seiner Oberfläche, leichte Erregbarkeit u. s. w.), zu diesem electrischen Processe geschickt genug ist, hat er Statt, das Barometer sey auch noch so vollkommen ausgekocht. (S. DE LUC's Untersuchungen über die Atmosphäre. A. d. Fr. Th. I. Leipzig, 1776. 8. S. 81.) Die Fähigkeit zu diesem Processe, (der mit + *E* für das Glas verbunden ist), und zu diesem Leuchten, nimmt, wenn sonst alles in Ordnung bleibt, mit der Zeit nicht ab, wie ich an einem ganz vorzüglich guten Barometer dieser Art es selbst beobachtet habe, und es auch sonst bekannt genug ist. Wie wäre solches möglich, wenn hierzu Oxygen erforderlich wäre? — Das Minimum desselben, welches man allenfalls im besten Vacuo noch supponiren könnte, müsste schon in den ersten Tagen auf Null zurückgebracht worden seyn. Ich wünschte, dass man diesen schon im Kleinen so starken Process zu wirklichen Electrisirmaschinen zu benutzen versuchte. —

Ich schliesse diese Note, die länger wurde, als sie nöthig gewesen wäre, hätte sie nicht einen Gegenstand

Wirkliche Versuche dieser Art aber sind mir bis jetzt nicht bewusst. Die übrigens ganz mit denen, wo die verschiedenen Substanzen an einander gerieben werden, gleiche Resultate gebenden Versuche, in welchen geschmolzene Isolatoren auf Metallen erkalten, aber, können hier nicht füglich als Beyspiel angeführt werden, da man, so lange er flüssig ist, den Isolator vom Metall nicht trennen kann, und sobald er fest ist, und man dieses kann, es nicht mehr der flüssige, sondern der feste Isolator ist, den man von dem Metalle trennt. Erst wenn man, während dem Contact des noch flüssigen Isolators mit dem Metall, beobachten könnte, würden die Resultate für den hiesigen Fall vollkommen brauchbar seyn.

Auch den zuerst angeführten, den flüssiger Leiter mit festen Isolatoren, trifft die bey beyden vorigen erwähnte Schwierigkeit darüber möglicher Versuche. Geflossene Metalle haben wir schon oben bey Gelegenheit des Orts des Quecksilbers in der allgemeinen Spannungsreihe, mit Isolatoren zusammen gesehen, auch hat es sich als Glied der Reihe in jeder Hinsicht bestätiget. Worauf es hier zunächst und vorzüglich ankäme, wäre das Verhalten feuchter Wasserhaltiger Leiter

---

betroffen, aus welchem mehrere, denen es zu mühsam wäre, die innern Stützen des Systems, was ich in diesem Werke aufzustellen wage, an Ort und Stelle nachzusehen, ein Argument dagegen nehmen zu können, glauben möchten, was wahrlich, wäre es gegründet, viel zu sagen hätte. —

zu Isolatoren, und diese erforderten wieder ganz Vorrichtungen, wie sie VOLTA zur Untersuchung des Verhaltens solcher Leiter gegen Metalle anwendete, und aus den bereits angeführten Gründen bis jetzt allein von ihm sind angewandt worden. Besondere Versuche, wo statt der Metalle Isolatoren genommen worden wären, fehlen also ganz.

So bedeutend auch nun dieser völlige Mangel aller directen Versuche über die genannten drey Fälle scheinen möchte, so wenig werden wir ihn dennoch wirklich zu beklagen haben, wenn es uns einzig darauf ankam, zu erfahren, ob sich das Gesetz der Einen Allgemeinen Spannungsreihe durch alle und jede Körper, Beschaffenheiten und Zustände derselben hindurch, bewähren werde.

Um bey der bis hieher beybehaltenen Trennung der Leiter von den Isolatoren zu bleiben, erinnern wir uns daran zurück, wie sich dieselben einzeln gegen einander verhielten. Feste Leiter mit festen beobachteten das Gesetz, von ihnen wurde es in neuerer Zeit durch VOLTA zuerst wieder aufgenommen, und auch wir sind von ihnen ausgegangen. Feste Leiter mit flüssigen, trockne mit feuchten jeder Art, beobachteten es ebenfalls. S. Abschnitt II. Feste Isolatoren mit festen bildeten ihre Spannungsreihe, feste mit flüssigen ebenfalls. Es entstand Eine Reihe, die durch Ein Gesetz beherrscht wurde. S. Abschnitt III., (und für die letzte Verbindung von beyden, besonders S. 138. Taf. XIX.) Den gegenwärtigen Abschnitt (IV.)

haben wir damit angefangen, die Facta aufzuzeigen, welche beweisen, dass feste Isolatoren mit festen Leitern ebenfalls wieder Eine Reihe bilden, wodurch keine der vorigen einzelnen auf eine andere Art geändert wurde, als dass die Lücken ausgefüllt wurden, die jede gleichsam für die andere gelassen hatte. Verhalten sich nun feste Leiter mit festen Isolatoren, wie feste Leiter unter einander; verhalten sich ferner flüssige Leiter mit festen Leitern, wie feste Leiter unter sich allein: so folgt von selbst, dass auch flüssige Leiter mit festen Isolatoren sich verhalten, wie feste Leiter oder feste Isolatoren, beyde für sich unter einander allein. Welches der erste Fall war. — Verhalten sich zweytens feste Leiter mit festen Isolatoren, wie feste Isolatoren unter einander; verhalten sich ferner flüssige Isolatoren mit festen Isolatoren, wie feste Isolatoren unter sich allein: so folgt abermals von selbst, dass auch flüssige Isolatoren mit festen Leitern, (oder umgekehrt), sich verhalten, wie feste Leiter, (oder auch flüssige Isolatoren), unter sich allein. Welches der zweyte Fall war. — Verhalten sich drittens flüssige Leiter mit festen Isolatoren, wie beyde für sich allein; verhalten sich ferner flüssige Isolatoren mit festen Leitern, wie beyde für sich allein: so folgt von neuem, dass auch flüssige Leiter mit flüssigen Isolatoren sich verhalten, wie flüssige Leiter, flüssige Isolatoren, feste Leiter, oder feste Isolatoren, alle für sich allein. — Welches der dritte Fall war. — Welche Verbindung man also auch wähle, immer

ist sie schon von selbst gezwungen, sich zu verhaltet, wie irgend eine der übrigen. Das Gesetz der Spannungsreihe bestimmt ihr Verhalten. Ist dieses nun für die Reihe der sämmtlichen Leiter genau das nemliche und selbe, wie für die Reihe sämmtlicher Isolatoren; ist ferner das Gesetz irgend eines Conflicts beyder Reihen wiederum genau dasselbe, wie das jeder Reihe besonders: so muss nothwendig auch für alle Conflicte derselben das Gesetz das nemliche seyn, und überhaupt nur Ein Gesetz durch alle Körper hindurch herrschen, und sie zu Einem System verbunden halten.

Noch einfacher wird die Ansicht des Ganzen, wenn man erwägt, dass Leitung und Isolation nichts Absolutes anzeigen, Leiter und Isolatoren also ebenfalls, insofern sie eines oder das andere sind, nicht absolut, specifisch, sondern nur graduell von einander verschieden sind. Wir kennen keinen Leiter der Electricität, über den sich nicht immer ein noch besserer denken liesse. Eben so wenig ist ein Isolator bekannt, der nicht noch Platz für einen doch noch bessern übrig liesse. Das um was der beste Isolator aber, dennoch es zu wenig ist, um ein absoluter zu seyn, ist das gerade Gegentheil von Isolation, d. i. Leitung, und dessen Grad derselben. Das um was der beste Leiter doch es noch zu wenig ist, um absolut zu leiten, ist wiederum das Gegentheil von Leitung, d. i. Isolation, und dessen Grad derselben. So ist ein jeder Körper Leiter und Isolator zugleich, nur das Verhältniss, in

dem dies beydes zu einander steht, ist bey je zweyen ein anderes. Vom besten Leiter bis zum besten Isolator hat eine continuirliche Abnahme der Leitung Statt, ohne dass sie jemals ganz zu Null würde; umgekehrt nimmt von diesem bis zu jenem die Isolation continuirlich ab, ohne ebenfalls wo ganz Null zu werden. Abnahme der Leitung und Zunahme der Isolation, und wieder Abnahme der Isolation und Zunahme der Leitung, sind Synonime. Der eingeführte Ausdruck Isolator bedeutet nur einen sehr schlechten Leiter, der Ausdruck Leiter einen sehr schlechten Isolator, und mehr nicht. Die Unterscheidung der Körper in Leiter und Isolatoren, und die Gewohnheit, jede dieser Abtheilungen besonders abzuhandeln, ist bey dem gegenwärtigen Stande der Dinge nichts als ein Herkommen, dessen Beybehaltung bloss durch die Kürze des Ausdrucks, die sie im practischen Leben in sehr vielen Fällen erlaubt, wo sonst oft lange Umschreibungen nöthig wären, entschuldigt wird. — Herrscht nun unter allen Gliedern der allgemeinen Spannungsreihe, die es geben soll, in Hinsicht ihrer Leitung oder Isolation, durchaus nur gradueller Unterschied des Einen und nemlichen, so wird, was von nur drey Gliedern aus der Summe aller erwiesen ist, schon etwas seyn, was von Leitern und Isolatoren zugleich erwiesen ist, denn schon von diesen dreyen musste eines der schlechteste Leiter, also relativer Isolator, das andere der schlechteste Isolator, also relativer Leiter, seyn. Und wären überhaupt nur diese drey bekannt, so würde jener sicher auch schlechthin nur

Isolator, dieser Leiter, heissen, genau wie wir, bey sehr viel mehreren, mit den Extremen ihrer Summe, die wieder Summen sind, dasselbe wirklich thun. Sobald sich unter den erwähnten drey Körpern nun, auch nur ein einziges festes Glied befände, so reichte die wirkliche Spannungsreihe dieser Drey schon hin, um alle Fälle in ihr vorzufinden, die wir oben ohne Versuch zurückzulassen glaubten. Der am besten leitende flüssige Körper heisse C, der auf ihn folgende feste E, der andere flüssige und am schlechtesten leitende F. Von C und E ist E der (relative) Isolator, (und andere, als relative, giebt es ja überhaupt nicht), C der (relative) Leiter, (wie alle gleichfalls mehr nicht sind); sie geben ein Beyspiel vom Verhalten flüssiger Leiter zu festen Isolatoren. E auf F bezogen, wird E zum Leiter, F zum Isolator; sie geben ein Beyspiel vom Verhalten flüssiger Leiter zu flüssigen Isolatoren. Insofern nun C, E, F, in irgend einer Ordnung eine ächte Spannungsreihe bildeten, erweisen die drey aufgezeigten Fälle, dass alle Einem und dem nemlichen Gesetze unterworfen sind. Setzt man $C =$ Quecksilber, $E =$ Reissbley (Kohle, oder so weiter), und $F =$ Wasser, so hat S. 110. die geforderten Fälle schon gegeben. — Sie kommen dort in einer Reihe vor, die mehrere feste Leiter enthält. Sie hätte nur noch einen zu enthalten nöthig; so bald er besser leitete als E, dabey indess doch minder gut als C, (und mehrere solche sind daselbst), so war erwiesen, dass jene Fälle wiederum mit denen fester Leiter unter einander, fester Iso-

latoren unter einander, fester Isolatoren mit flüssigen Isolatoren, und fester Leiter mit flüssigen Leitern, unter Einem Gesetze standen. Denn, den neu hinzugebrachten Körper *D* genannt, waren *E* und *D* gegen *F* Leiter, gegen *C* hingegen Isolatoren; ferner *F* und *E* gegen *D* und *C* Isolatoren, letztere gegen erstere aber Leiter. Leitete ein zweyter hinzugebrachter oder in der Reihe S. 110. noch vorhandener (fester) Körper *A*, besser noch als *C*, so wäre auch der Fall von flüssigen Isolatoren unter sich, dem obigen Gesetze untergeordnet, denn *F* und *C* gegen *A* sind Isolatoren. Leitete endlich ein dritter noch vorhandener, jedoch flüssiger Körper, *B*, besser als *D*, übrigens gleich viel, ob besser auch, wie *C* und *A*, oder nicht, so wäre der letzte Fall von allen möglichen, der flüssiger Leiter unter sich, dem mehrgenannten Gesetze gleichfalls unterworfen. Setzt man *D* = Eisen, *A* = Zink. und *B* = einem flüssigen Zinnamalgama, welches, (gleich allen Amalgamen dieses Metalls) wie in der Spannungs-, so auch in der Leitungsreihe, wirklich zwischen Zink und Eisen, (ja selbst zwischen Zink und Bley) steht z), und überhaupt Glied auch der Reihe S. 110. ist a), so hat, genau genommen, schon der zweyte Abschnitt alles von Versuch enthalten, was wir im dritten und vierten ferner suchten, und irgend suchen konnten. Drey Körper schon, wovon zwey

---

z) S. Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 305. 310.

a) Vergl. oben S. 111., die Anmerkung.

flüssig, einer fest, und dieser ein besserer Leiter, als der eine, ein schlechterer aber, als der andre flüssige, war, reichten hin, zu geben, was wir S. 195. noch vermissten; drey, die in ihrer Leitung unter sich und zu den vorigen sich verhielten, wie vorhin angegeben wurde, noch dazu, zusammen also sechs, enthielten Alles, was nur überhaupt in Abschnitt II — IV. zu suchen war. Denn auch von denen Körpern, deren Verhalten gegen Isolatoren und Leiter wir S. 219. ganz vorzüglich zu erfahren wünschten, haben wir den hauptsächlichsten von allen, Wasser, — als (relativen) Isolator, unter jenen drey und sechs gehabt. Er hat sich verhalten, wie jeder andere bloss flüssige Körper, Quecksilber, Zinnamalgama, z. B., und daher, wenn nicht unmittelbar, doch mittelbar durch diese, auch für das Stehen des Verhaltens flüssiger wasserhaltiger Leiter und Isolatoren gegen die übrigen Isolatoren und Leiter, und sich selbst, unter dem Einen allgemeinen Gesetz, was überhaupt nur vorgefunden wurde, entschieden.

Dass wir uns früher, statt der Menge von weitläuftigen Untersuchungen, nicht dieser einfachen und um so sehr viel kürzeren Methode sogleich bedienten, wird man uns nicht verdenken. Jetzt aber, nachdem jene dieser ihre Gültigkeit fast bis ins Unbestimmte fort erwiesen haben, darf ich fordern, dass man auch da sie gelten lasse, wo die Umstände nichts übrig liessen, als sie. Dass man damit nichts Falsches zugegeben habe, liegt in der

Sache selbst, den also, welcher dennoch nicht in letzterer dies zu finden glaubte, müssen wir ermuntern, es im Experiment zu suchen. Er wird die Facta liefern, die aus dem Vorigen sich voraus versprechen lassen. —

Endlich hätte ich auch noch von den Halbleitern, oder wie VOLTA sie nennt, Halbisolatoren (*corpi semicoibenti*; vergl. S. 80.), einige Worte zu sprechen, da, was bis gegenwärtig vorkam, diese Klasse von Körpern noch nicht erwähnt hat. Man hat mit jenem Namen diejenigen Körper belegt, welche zu wenig leiten, um, nach dem Sprachgebrauche, schon völlige Leiter, doch wieder noch zu viel, um völlige Isolatoren zu seyn. Dies ist schon an und für sich eine fast noch wankendere Bestimmung, als die von Leitern und Isolatoren selbst. Man urtheilt nach der Geschwindigkeit, mit der ein Körper Electricität hindurchlässt. Wo man die Zeit, ihrer Kürze wegen, nicht schätzen kann, glaubt man Leiter, wo man im Gegentheile sie zu lang findet, um geduldig abzuwarten, bis sie vorüber ist, Isolatoren zu sehen. Halbleiter nennt man dann diejenigen Substanzen, bey denen weder das eine noch das andere Statt hat, indem eine selbst schon willkührlich genommene Menge von Electricität bey ihnen wirklich eine Zeit zum Durchgang nöthig hat, die so eben gross und klein genug ist, um einer bequemen Beobachtung oder Messung fähig zu seyn, eine Art zu verfahren, die nicht willkührlicher seyn könnte, und kaum in irgend

einer Hinsicht zu entschuldigen wäre, bezöge sie sich auf der andern Seite nicht auf das Mass der Zeit, was überhaupt uns zugegeben ist, und auf den Umfang dessen, was in ihr geschehen soll. Auch ist zu glauben, dass das Intervall von Isolation und Leitung, in welches jene Halbleiter gesetzt wurden, von der ganzen Scale vorhandener Leitung oder Isolation, die vom zu findenden besten Leiter bis zum schlechtesten Isolator fortgeht, ein so äusserst geringer Theil ist, dass er dagegen fast in keinen Anschlag kommt, und man sich in der That mehr wundern sollte, wie er gerade, Grenze für uns wurde, als dass die Summe, von der er ein so kleiner Theil ist, selbst so gross ist. Besonders lehrreich ist in dieser Rücksicht VOLTA's Säule gewesen. Hier wo die Menge von Electricität, die in Bewegung übergeht, bey gleicher Spannung, bis jetzt noch keine andere Grenze hat, als welche ihr die Leitung dieser Säule und des Bogens setzt, der selbe schliesst b), ist man am Besten im Stande, aus der Messung dessen, was sie zum Product giebt, und wie dies selbst sich mit ihr ändert, das Verhältniss der Leitungsgrade irgend zweyer Körper zu schätzen und vergleichen. Wir sind noch weit davon entfernt, eine Säule gebauet zu haben, die nur so gut, als das am schlechtesten leitende Metall, was in ihr vorkommt, leitete c), und wie ausnehmend

b) S. GILBERT's Annalen, B. XIX. S. 22. §. 3.

c) S. daselbst, S. 41.

weit der dessen Leitung (des Goldes, des Silbers, der Platina, des Kupfers u. s. w.) noch, von der Güte derjenigen entfernt, die Zink d) gewähren kann. Vergleiche S. 170. y. Die Wirkung der grössten Säule also, die bis jetzt erbaut war, beruhte noch immer auf einer Leitung, die gewiss noch um viel mehr von der des Zinks entfernt war, als die eines der genannten anderen Metalle von ihr. Welcher ungemessne Abstand aber ist wieder zwischen dieser Leitung, und der, die eine Säule gleicher Grösse, aber statt mit Säuren, Salmiakauflösung, und dergleichen, bloss mit Wasser errichtet, gewährt. Man vergleiche GILBERT's Annalen, B. XIX. S. 30. mit S. 31 — 34., und die Action der S. 5. oben beschriebenen einfachen Kette mit einer anderen, wo der feuchte Leiter blosses Wasser ist. Ich bin versichert, WILKINSON's Trogapparat von 200 Paaren 64 Quadratzoll haltender Platten e), der, wenn die Zellen bloss mit 25fach verdünnter Salpetersäure gefüllt waren, doch schon über 5 Fuss Stahldrath von $\frac{1}{76}$ Zoll Durchmesser verbrannte, und es mit noch weit mehr gethan haben würde, hätte er statt dieser Säure Königswasser angewandt, würde, bey der Füllung mit nichts als reinem Wasser,

d) Und noch mehr von der, die alle Amalgame, welche Zink zum Bestandtheile haben, geben, unter denen das KIRNMEYER'sche noch nicht einmal das leitendste ist. Vergl. GILBERT's Annalen, B. XVI. S. 303. 504., und S. 160. oben.

e) S. GILBERT's Annalen, B. XIX. S. 46.

nicht 5 Linien, verbrannt haben *f*). Ich habe selbst Säulen gebauet von 1000 Lagen Zink und Kupfer, die Pappen waren mit Wasser genässt. Sie gaben Funken, aber nirgends einen, der stark genug gewesen wäre, ein merkliches Loch in feines Goldblatt, dieses so zarte Reagens, zu brennen *g*). Ich nehme nur 600 Lagen von ihnen. Sie wirken stärker, als eine eben so grosse Säule, die mit Kochsalzauflösung gebaut war, aber lange genug gestanden hatte, um nicht eine Spur von Funken mehr zu geben. Dennoch ladet eine solche Säule letzter Art electrische Batterien von 34 Quadratfuss Belegung scheinbar eben so „momentan" zu gleichem Grade der Spannung mit ihr, als eine ganz frische, und mit aufs Beste leitender Flüssigkeit errichtete *h*). Sie kann so weit herabgekommen seyn, dass sie auch in der Gasröhre so eben nur noch die letzten wahrnehmbaren Spuren einer Wasserzersetzung zu geben vermögend ist, und doch verrichtet sie die Ladung der Batterie noch immer so schnell, dass man keine Zeit dafür anzugeben weiss. Man baue eine eben so grosse Säule, wende aber zu dem dritten Gliede jeder Lage einen von den Körpern an, die bisher Halbleiter genannt worden sind, wie Leder, Wachstuch u. s. w. Die Säule leitet schlechter,

---

f) Vergl. Davy daselbst, B. XII. S. 353. 354.

g) S. daselbst, B. XIX. S. 31.

h) S. daselbst, B. XIII. S. 13. 22., und Reichsanzeiger, 1802. B. I. (No. 66.) S. 814.

denn sie giebt nicht einmal die Spur von Wasserzersetzung mehr, die noch die vorige gab. Doch ladet sie die electrische Batterie noch, nur dass die Ladung nicht mehr in so kurzer kaum zu bestimmender Zeit, wie vorhin, vorgeht, sondern Sekunden, Minuten, Stunden, und selbst Tage dauert i). Zu allem diesem waren meine Halbleiter gewiss so leitend, als sie seyn dürfen, wenn sie noch blosse solche heissen sollen, ja zum Theil noch leitender. So äusserst gering also ist der Unterschied von Leitung oder Isolation, innerhalb dessen die Zahl der Körper vorkommt, die wir Halbleiter nennen; so ungemein wenig bedeutet er schon gegen die Scale von Leitung (oder Isolation), die von den Metallen nur erst bis zu ihnen geht (oder umgekehrt), geschweige denn gegen die von den Metallen herauf bis zum höchsten Isolator, den wir wirklich haben. Sie leiten in der That etwas, — daher ihr Name; — aber selbst der, der es am meisten unter ihnen thäte, wäre noch immer nicht im Stande, als drittes Glied in VOLTA'schen Säulen angewandt, auch nur eine Spur von Wasserzersetzung zu geben, oder als Glied in einem Bogen, der eine an sich noch so gute Säule schliesst, enthalten, einen Grad von Leitung zu gewähren, der die genannte Spur von Action erlaubte. Man könnte sa-

---

i) S. d. zuletzt ang. O. S. 815. 816.; Int. Bl. d. Allg. Lit. Zeitung, 1802., No. 193.; VOIGT's Magazin, B. VI. S. 99.; GILBERT's Annalen, B. XVIII. S. 110.; vergl. VOLTA daselbst, B. XIII. S. 261.

gen, das Stück der allgemeinen Leitungsscale, in welcher sämmtliche Halbleiter spielen, betragen nicht den tausendsten Theil der ganzen Scale selbst, und gewiss, man hätte noch zu wenig gesagt. Es sey indess das Rechte, ja, jenes Stück betrage nur den hundertsten Theil des Ganzen: wie gross würde das Unglück seyn, nachdem durch 99 Theile das Gesetz der Einen Allgemeinen Spannungsreihe sich überall bestätigte, von einem 100sten, der von den vorigen durch nichts als bloss den Grad der Leitung, und so, da auch die 99 sämmtlich, sich schon durch einen solchen von einander unterscheiden, zuletzt durch gar nichts unterschieden ist, — das nemliche bloss zu vermuthen? — Aber auch dieses haben, wenn man will, wir nicht einmal nöthig. Eben weil die in jenen „hundertsten" Theil des Ganzen gehörigen Körper so nahe an der Grenze dessen, was wir Leiter, und zugleich dessen, was wir Isolatoren zu nennen pflegen, liegen, dass sie bald selbst zu diesen, bald zu jenen zu gehören scheinen, (und beydes in der That mit gleichem Rechte), sind schon im zweyten und dritten Abschnitt dieses Werks mehrere derselben unter dem einen oder andern Namen mit vorgekommen. Man vergleiche S. 82 — 84. 87, und die Tafeln der Isolatoren von S. 116. Taf. I. an. Sie haben in jeder Hinsicht sich als wahre Glieder der besondern Spannungsreihe, in welche sie aufgenommen wurden, und da diese Reihen selbst zusammen wiederum nur Eine bilden, sich auch als solche Glieder dieser Einen, die es überhaupt nur giebt, verhalten.

Uebrigens ist die Zahl der Körper, welche den Namen Halbleiter bekommen haben, und den sie allenfalls auch ferner führen können, da sie wirklich auf gewisse Weise dem Grade unserer eigenen gewöhnlichen Geschicklichkeit, Zeit zu bemerken und zu setzen, zum Markstein dienen, nach Verhältniss nur gering. Auch lässt sich das schon darum erwarten, weil das Stück der grossen allgemeinen Leitungs- (oder Isolations-) Scale, in welchem sie vorkommen, selbst ein so geringer Theil des Ganzen ist. Wie ein ganz ausserordentlich geringer aber, so dass, was vorhin von seiner Kleinheit gesagt wurde, noch als viel zu wenig erscheint, geht noch, von Neuem, daraus hervor, dass bey weitem die grösste Anzahl der mit jenem Namen belegten Körper, nur darum solche, die ihn führen könnten, sind, weil sie ein bloss mechanisches Zwischen- oder Nebeneinander verschiedener Körper sind, von denen der eine gewöhnlich ein recht „guter Leiter," der andere dagegen ein „vollkommener Isolator," ist. Dies ist zunächst der Fall mit allen denen, die durch scharfes Trocknen in Isolatoren übergehen. Dahin gehören Marmor, Leder, Holz, Papier, Pappe, Wachstuch, Wachstafft, Federn, Knochen, Horn, Elfenbein, viele Steine, u. s. w. Der Grad von Leitung oder Halbleitung, den sie vor diesem Trocknen besassen, kam also nur von der verdampfbaren Feuchtigkeit, gewöhnlich Wasser, her, welche sie, wie Schwämme oder Hygrometer, zu jener Zeit enthielten, und die, in diesem Grade von Vereinzelung, Zertheilung, oft

selbst auch Discontinuität, allerdings zu einem gleichen Grade schlechter Leitung herabgesetzt seyn mussten, der überall damit verbunden ist, wo solche Umstände Statt finden k). Im Versuche über die Electricität solcher mit Feuchtigkeit geschwängerten Körper, wenn sie mit andern in Conflict gebracht werden, war also die Electricität, die sie dabey erhielten, gewöhnlich die, welche das Wasser . . . . an ihnen erhielt. Vergleiche oben S. 79. u. f. — Ein anderer Theil der Halbleiter genannter Körper hat, ohne Feuchtigkeit dazu nöthig zu haben, seinen Grad von Leitung von in Isolatoren eingesprengten, mit ihrer Masse bloss vermengten, damit verwachsenen . . . . kleinern oder grösern Partikeln an sich sehr gut leitenden festen Materien, oder auch umgekehrt, doch seltener, von mit Leitern auf gedachte Art, und so verwebten isolirenden Substanzen, dass, was an dem Stoffe leitet, in keiner Continuität unter sich steht. Von beyden geben mehrere Körper, die Hauy in seiner Mineralogie als Leiter aufführt, im Kreisse der Volta'schen Säule aber dennoch isoliren, d. i. zu wenig leiten, um so viel Electricität hindurch zu lassen, als zur Erhaltung eines Schlages, einer Wasserzer-

---

k) Vergl. Pfaff's mit Wasser getränkten Kork bey Simon, in Gilbert's Annalen, B. VIII. S. 41. und B. X. S. 297.; Biot's Wasser in engen Röhren im Verhältniss zu anderem, in grossen Massen, daselbst, B. X. S. 38 — 40.; Wasser in Haarröhrchen; die menschliche Oberhaut; u. dgl. m.

setzung, u. s. w., nöthig ist. Ein gutes Mittel, dergleichen Einsprengungen . . . , zu entdecken, ist, dass man solche Körper, die auf sie verdächtig sind, vor den Conductor einer in Bewegung gesetzten Electrisirmaschine bringt. Sie nehmen allerdings den Funken auf, durchaus aber nicht ganz und ungetheilt, wie etwa ein vorgehaltenes Stück Metall, stumpf, spitzig oder rund, sondern gewöhnlich zertheilt in eine Menge ausserordentlich feiner Stralen, so dass man nicht selten das schönste Schauspiel dessen hat, was man den electrischen Feuerregen nennen könnte. Die Punkte, wo dann diese Stralen auffallen, bezeichnen genau die Orte, wo sich die eingesprengten . . . . leitenden Partikeln befinden l), und die Loupe stimmt mit ihrem Zeugniss überein. — Durch diese Reduction wird die Zahl der ohnehin schon nicht sehr daran reichen Halbleiter also, noch weit geringer. Nur, was bey vollkommener Continuität und durch sein ganzes Volumen sich erstreckender Identität der Masse, die „halbe Leitung" besitzt, die jenen Körpern ihren Namen giebt, bleibt als wahrer Halbleiter zurück. Wie viel sind solche Körper da? — Wie viele es zu werden fähig sind m), davon kann nicht die Rede seyn. Es sind dazu Bedingungen erforderlich, die nicht die allgemeinen sich über das Ganze verbreitenden sind.

---

l) Auf diese Weise lässt sich auch z. B. das dem Humboldt'schen polarisirenden Serpentin eingesprengte Magneteisen sehr leicht entdecken.

m) S. Gilbert's Annalen, B. IX. S. 294.

Nur unter solchen aber darf verglichen werden. Und wenn auch im Versuche selbst, (beym Drücken, Stossen, Reiben . . . . an einander), sich manches ändern könnte, so haben wir die Körper hier doch bloss als das zu nehmen, was sie, e h e sie die Aenderung erleiden s), sind. Ich wiederhole meine Frage, — aber weiss im Augenblicke selbst kaum eine Antwort. Weingeist, Naphthen, und dergleichen, dürften nur dann hieher gerechnet werden, wenn sie, v ö l l i g wasserfrey, noch einige Leitung besässen. Denn wo sie Wasser enthalten, sind sie nicht viel besser, wie jeder andere Körper, der nur bloss mit ihm getränkt ist, und es ist dann das Wasser, und nicht der Weingeist . . . . ., der die Leitung macht o), (und im Conflict mit andern Kör-

---

s) Ob, und was wirklich, sie davon in dem Versuche selbst erleiden, darüber sehe man die folgenden Abschnitte, besonders den sechsten.

o) Es ist merkwürdig, dass diese Körper genau im Verhältniss ihres Wassergehalts leiten. Vom absoluten Alkohol z. B. bis zum reinen Wasser hat eine ununterbrochene Zunahme der Leitung Statt, die mit der Isolation des ersten anfängt, und mit der Leitung des letzten endiget, während bey Alkalien, Erden, Säuren, Salzen, u. dergl. die im festen reinen Zustande total; wenigstens viel zu sehr, um Halbleiter zu heissen, isoliren, das M i n i m u m von Wasser, was sie aufgelösst erhalten kann, die g r ö s s t e Leitung, das M a x i m u m aber die g e r i n g s t e von allen giebt, und ohne dass von jenem Minimum bis zu diesem Maximum die Leitung selbst in einem genauen Verhältniss mit der Wassermenge abnähme, oder auch geringer würde, wie die des

pern die Electricität, die sie bekommen, die, welche Wasser selbst an ihnen bekommen würde; vergleiche oben S. 75.). Am ersten müssten solche ächte Halbleiter, wie wir hier fordern, bey den Metalloxyden und ihren Verbindungen vorkommen. Diese sind zum Theil vortreflicher identischer Continuen fähig, und da sie von lauter Körpern abstammen, welche leiten; deren Leitung aber durch die Oxydation (des Körpers) sehr mannichfach geändert wird, und nach den Graden letzterer hin und her spielt, so dass sie bis in hohe Isolation p), und gleich darauf in ziemlich gute Leitung q) wieder übergeht: so ist zu glauben, dass man hier vor allem werde treffen können, was man sucht. Doch ist das letztere selbst zu wenig noch geschehen, als dass wir mit Bestimmtheit hier, auch nur ein gültiges Beyspiel schon anführen könnten.

Wassers für sich. Vergl. Gilbert's Annalen, B. IX. S. 295. 296. Man muss hieraus auf eine ganz andere Art des Vereinigtseyns des Wassers mit jenen Körpern (Weingeist, Aether, u. s. w.), als mit diesen (Alkalien, Erden, Salzen, u. s. w.), schliessen. Die erste lässt durchaus nicht besser, als eine blosse gute Vermengung, die allein auf Adhäsion beruht.

p) Wie mehrere Gläser noch bey weitem nicht im Maximum oxydirter Metalle.

q) Wie bey im Maximum oxydirten Magnesium, Titan, Silber, Bley, Zinn, u. s. w.

So sehr gering ist also die Zahl vorhandener ächter Halbleiter, — während die Zahl derjenigen Körper, die man Leiter und Isolatoren nennt, und welche jenen zu beyden Seiten liegen, so ausnehmend gross, und jeder Körper fast, der uns in die Hände fällt, eins oder das andere von den letztern ist, nie aber einer von den ersten. Wie ungeheuer gross erscheint hierdurch die mehrgedachte Scale, die, ohne an etwas Absolutes denken zu wollen, nur bey dem Körper anfängt, den wir als den besten Leiter kennen, und bey dem endigt, der der höchste Isolator wirklich ist, und der, obgleich dem Namen nach, bis jetzt noch nicht bekannt, doch sicher noch weit über Glas und Quarz hinausliegt r)! — Wir erhalten nach und nach einen Begriff von dem Umfang des Gebiets schon in dieser Hinsicht, welches wir im gegenwärtigen Werke abzuhandeln wagten, und von der Würde des gefundenen Gesetzes, was dennoch stark genug ist, um von seiner Herrschaft, selbst im kleinlichsten Detail, in das es sich nach so unendlich vielen Seiten zu erstrecken hat, nichts zu verlieren. —

— Wir kommen jetzt zu einer noch zurückgelassenen, demohngeachtet aber ganz hauptsächlichen

---

r) Da Wärme Isolation schwächt, möchte ich vorschlagen, bey einer künftigen Untersuchung über die Grade letzterer, sich als Maass der Temperatur zu bedienen, bey der ein gegebener Isolator so weit gekommen ist, dass er ein gegebenes Quantum von Electricität in einer gleichfalls gegebenen Zeit, wirklich durchlässet oder leitet.

Frage, zu der nemlich: Ob in der gemeinschaftlichen Spannungsreihe von Isolatoren und Leitern, die wir in diesem Abschnitt nachgewiesen haben, dieselbe Trennungsfähigkeit der grossen Einen Reihe in scheinbar Zwey, in eine erste und zweyte Klasse, vorkomme, als bey der im zweyten Abschnitt aufgefundenen Einen Reihe der Leiter allein? —

Für die Reihe der Isolatoren allein, warfen wir diese Frage S. 142. bereits auf. Man weiss die Antwort noch, die wir auf sie erhielten, jedoch für diesmal wird sie eine andere seyn.

Zur Bildung zweyter Klasse gehörte überall, wo wir sie trafen, ein chemischer, ein Oxydationsprocess des einen von den beyden Körpern, die mit einander in Conflict kommen. Das, was das Oxygen zu dieser Oxydation hergab, war das Wasser, welches der andere dieser beyden Körper (selbst war oder doch) enthielt. Es wurde zersetzt; das Oxygen fiel auf den oxydirbaren oder den so eben oxydirbareren, das Hydrogen aber auf den minder oxydirbaren oder auch bereits oxydirten, den, der das jetzt zerlegte Wasser enthielt, zurück. Damit bekam jener — E, diese aber + E, anstatt, dass ohne diesen Process, jener + E, dieser aber — E erhalten hätte. Die Electricitäten, die mit diesem chemischen Process entstanden, waren also die gerade umgekehrten von denen, die ohne ihn sich zeigten.

Auch trafen wir die umgekehrte Vertheilung der Electricitäten noch überall an, wo der gedachte chemische Process Statt hatte, so dass wir ihn als etwas von ihm völlig Unzertrennliches ansehen müssen. Wo also zwischen je zwey Gliedern des grösseren Systems, was der gegenwärtige Abschnitt aufstellt, ein solcher Process möglich ist, und wirklich wird, daselbst wird auch dieselbe Umkehrung der Electricitäten derselben, und damit Bildung zweyter Klasse, möglich seyn, und wirklich werden.

Da wir von den Leitern, wie von den Isolatoren, von jeden schon besonders gehandelt haben, so schränken wir uns vorerst bloss auf dasjenige ein, was Leiter gegen Isolatoren, oder umgekehrt, betreffen kann, bis wir nachher erst alles zusammen nehmen, um unser System überhaupt näher zu characterisiren.

Allerdings sind der Fälle sehr viel, wo Leiter mit Isolatoren chemische Processe der Art beginnen, wie sie zur Bildung zweyter Klasse erfordert werden. Wieviel verbrennliche oder oxydirbare Körper sind nicht unter denen, welche isoliren! Man vergleiche die Aufführung mehrerer derselben S. 143. Man hat dieselben nur mit solchen Flüssigkeiten zusammen zu bringen, die Wasser mit einiger Disposition zu leichter Zersetzung enthalten, und sogleich beginnt derselbe, damit ihre Oxydation, und damit wieder die davon abhängende Umkehrung der Electricitäten, sey auch alles dies so langsam, dass erst

nach einigem Verlauf von Zeit die Producte des Processes merklich werden. Ja einigen ist blosses Wasser schon genug, sobald die Temperatur nur nicht zu niedrig ist, dem Phosphor unter andern. Beyspiele aber von ausserordentlich hoher Action sind die Wirkungen der concentrirten Säuren, besonders der Salpetersäure, auf eine Menge Oele, Harze, Balsame, u. s. w., desgleichen auf Schwefel, Phosphor, u. s. w. Alle werden sie dadurch oxydirt. Und wie weicht selbst die schwerste Oxydabilität der Einwirkung des Königswassers, der oxydirten Salzsäure, und dergleichen! —

In allen diesen Fällen, welche zu vervollständigen, man nur die Repertorien der Chemie durchlaufen darf, muss die oxydirbare, d. i. die im Processe selbst Oxygen aufnehmende Substanz — *E*, die andere, welche dieses Oxygen hergab, und dadurch desoxydirt, oder auch mit Hydrogen beladen wurde, + *E* erhalten haben. Und fehlt es auch an allen directen Versuchen hierüber, soviel ich weiss, gänzlich, so hat das doch für uns hier wenig zu sagen, da wir ähnliche durch Versuche bestätigte Fälle bey anderer Gelegenheit bereits in Menge aufgefunden haben, und die gegenwärtigen von jenen sich in nichts unterscheiden, als dass hier der zu oxydirende Körper, wenigstens, wie wir ihn vor dem Versuche finden, ein Isolator ist, während er dort ein Leiter war; ein Unterschied, von dem, wie wenig er zu sagen habe, wir schon ausführlich genug gehandelt haben. Alle oxydirbare Leiter verhielten

sich gegen Wasser, wasserhaltige, oder überhaupt Oxygen abgebungsfähige leitende Flüssigkeiten gleich; demohngeachtet waren ein beträchtlicher Theil von ihnen weit schlechtere Leiter, als die übrigen. Sollte mit dem höher steigenden Isolement ein anderes Verhalten eintreten, so müsste es schon in diesem frühern Steigen desselben sich angekündiget haben, wovon indess nicht eine Spur vorzufinden gewesen ist.

Bis hierher hätten wir also die Möglichkeit, ja die Nothwendigkeit, der Bildung zweyter Klasse unter den dazu erforderlichen Umständen, auch in der aus Leitern und Isolatoren zugleich bestehenden Spannungsreihe nachgewiesen. Doch sind wir noch bey dem Conflicte fester oder trockner (nicht-wässriger) Isolatoren (und Leiter) gegen flüssige oder feuchte Leiter stehen geblieben. Aber auch bey flüssigen Isolatoren sind die Beyspiele von wahren chemischen Processen, die sie auf feste Leiter ausüben, nicht sehr selten. Es gehören dahin die Wirkungen des Schwefels auf mehrere Metalle auch bey dem völligen Ausschlusse der Luft u. s. w. in den bekannten Versuchen Scheele's *), der holländischen Chemiker *) und anderer; ähnliche Wirkungen des Phosphors, ja selbst (in Lassone's

*) S. dessen sämmtliche physische und chemische Werke, herausgegeben von Hermbstaedt. B. I. S. 186. u. f.

*) S. von Crell's chemische Annalen, 1793. B. II. S. 583. u. f.

Versuchen) des Weingeists, auf mehrere; u. s. w. Bey allen diesen nimmt das Metall Oxygen auf. Auch ist nicht einmal nöthig, dass der Weingeist, der Phosphor, der Schwefel . . . ., das zur Bildung zweyter Klasse so nothwendige Wasser schon vor dem Versuche enthalten habe. Vergl. S. 143. Ich habe selbst einen Fall erzählt *), wo sich in reinem Alkohol, ohne alle andere Beyhülfe, als die des Funkens der Volta'schen Säule, Wasser genug erzeugte, um nun, was vorher nicht war möglich gewesen, an beyden Polen jener Gas zu geben. Davy *) sah dieses bestätiget, und fand es auch beym Aether, ja selbst bey flüssigem Phosphor, wieder. Kann Electricität aber Wasser bilden, wo seine Bestandtheile vorher wenigstens nicht als solches zugegen waren: so muss dies auch da möglich seyn, wo zwey Körper im ruhigen Conflict mit einander sind, der ja auch ein electrischer ist, und leicht kann so in vielen Fällen durch den Process, sofern er erster Klasse ist, und jedem Process zweyter Klasse vorangeht, ja im letztern selbst noch immer mit begriffen ist, (vergl. S. 111.), dasjenige geliefert werden, was dieser, zweyter Klasse, zu seiner Möglichkeit voraussetzt. Wie ausnehmend gering aber der Antheil Wasser ist, der mit seiner Gegenwart sogleich zweyte Klasse setzen kann, ist bereits bekannt.

Die Möglichkeit der Bildung zweyter Klasse kommt also durch das gemeinschaftliche Spannungs-

*) S. Voigt's Magazin, B. IV. S. 591. 592.
*) S. Gilbert's Annalen, B. XII. S. 356. 357.

system der Leiter und Isolatoren eben so oft vor, als die Möglichkeit des chemischen Processes, der jene sogleich giebt. Um deshalb zu wissen; wie weit jene sich erstrecke, hätten wir, wie schon erwähnt, bloss zu untersuchen, wie verbreitet diese sey. — Halten wir gegen einander, was wir im zweyten Abschnitt, gegen das Ende des dritten, und wieder jetzt im vierten, angeführt haben, so möchte es scheinen, als hätten wir diese Untersuchung bereits geendigt Ich schloss indess den dritten Abschnitt zu einer Zeit, wo ich mehrere Versuche und Beobachtungen noch nicht angestellt hatte, zu deren grössten Theile mir erst der seitdem eingefallene Winter Gelegenheit gegeben hat. Das Resultat von ihnen aber ist, dass Oxydabilität in der Natur weit allgemeiner verbreitet ist, als unsere gröbere Chemie es bisher hatte ahnen lassen. Da diese nun eine erste Bedingung zur Möglichkeit der Bildung zweyter Klasse ist, so ist schon darum zu vermuthen, dass letztere ebenfalls weit allgemeiner sey.

Und in der That: bedenken wir genau, was zweyte Klasse eigentlich heisst, so haben wir das auch kaum anders zu fordern. Was wir bisher von „Trennungsfähigkeit einer gegebenen Einen Spannungsreihe in scheinbar Zwey, in eine Erste und Zweyte Klasse," gesprochen haben, betrifft geradezu eine der Ordnung des grossen Einen Electrischen Systems der Körper, was darzustellen, durch dies ganze Werk, so ausserordentlich gut gelang, völlig entgegen-

gesetzte Ordnung der Dinge. Wir bringen zwey gegebene Körper *A* und *B* zusammen. *A* erhält + *E*, und *B* — *E*. Dies war dem Gesetze des Systems gemäss. Es kommt der „chemische Process" dazu; der Conflict wird stärker, inniger; und *A* zeigt nicht mehr + *E*, sondern — *E*, *B* nicht mehr — *E*, sondern + *E*. Hier waltet ein völlig entgegengesetztes Gesetz. Nicht, dass das erste ausgeschlossen wäre. Es behauptet sich allerdings fort, aber bloss als retardirendes des zweyten, welches selbst indess stark genug werden kann, was jenes giebt, nicht bloss zu Null (nach aussen) herabzubringen, sondern sogar überhaupt das herrschende für die Erscheinung zu werden, und in dieser seiner Oberherrschaft Producte zu schaffen, welche diejenigen, die nach der freyesten Uebung des ersten allein, sich erzeugen können, an Grösse bey weitem übertreffen. Wir haben diese Fähigkeit, in die zweyte Klasse überzugehen, oder die Electricitäten in der durchaus entgegengesetzten Ordnung zu geben, bey so vielen Körpern angetroffen, dass wir sagen könnten, die Hälfte aller vorgekommenen Körper habe diese Eigenschaft besessen. Noch aber haben wir dafür, dass gerade diese Hälfte es war, nichts anderes, als dass der „chemische Process," der dazu nöthig ist, nur diese Hälfte treffe. Eine Sonderbarkeit ganz gleicher Art. Auch für sie haben wir mehr nicht, als dass die bisherigen Versuche nicht weiter reichten. An einem Beweise, dass künftige überhaupt nicht weiter reichen könnten, fehlt es ganz. Ich bin bemüht ge-

wesen, was an mir lag zu thun, um bestimmtere Auskunft zu erhalten.

Die Klasse von Körpern, bey denen die Möglichkeit eines chemischen Processes am meisten zu fehlen scheint, sind die Isolatoren. Zwar sind ein bedeutender Theil von ihnen wirklich verbrennliche Körper; ein eben so, und dem Grade seines Vorkommens nach, noch viel bedeutenderer anderer aber, besitzt keine Spur bis jetzt entdeckter Oxydabilität. Er begreift zunächst alle festen Substanzen in sich, welche unter den Namen: Steine, Gläser, Salze, u. s. w., bekannt sind. Es kommen wenig metallische Stoffe unter ihnen vor, die meisten sind davon ganz frey; was sie aber alle mit einander gemein haben, ist ihre Rigidität, Härte, Festigkeit, oder was man ersterer ferner für Namen gegeben hat.

Schon lange nun war man aufmerksam auf den Zusammenhang dieser Rigidität mit den Electricitäten, welche zwey Körper beym Reiben an einander zu erhalten pflegen, und bereits Wilson stellte, aus seinen oben S. 120., und 136 — 138. angeführten Erfahrungen, das Gesetz auf, dass von je zwey gegen einander geriebenen Isolatoren, derjenige, welcher am härtesten wäre, allemal plus, derjenige aber, welcher am weichsten wäre, minus electrisch würde *w*). Für

w) S. Priestley's Geschichte der Electricität, S. 142.

Leiter im Gegentheile kann man, wie bekannt, das Gesetz aufstellen, dass von je zweyen, die mit einander in Berührung sind, (der „ersten Klasse" gemäss) der oxydirbarere plus, der minder oxydirbare minus electrisch werde. Was also bey den Isolatoren die höhere Rigidität bestimmte, wird bey den Leitern durch die höhere Oxydabilität bestimmt. Rigidität und Oxydabilität sind Aequivalente, die sich gegenseitig vertreten; wie man dies da noch bestimmter sieht, wo Isolatoren und Leiter gemeinschaftliche Reihe halten, die Rigidität also vollkommen die Rolle der Oxydabilität, die Oxydabilität die Rolle der Rigidität, spielt. Da nun Oxydabilität = Hydrogeneität, so sollte auch Rigidität = Hydrogeneität seyn; .... eine Gleichung, von der man bis jetzt noch nichts gehört hatte.

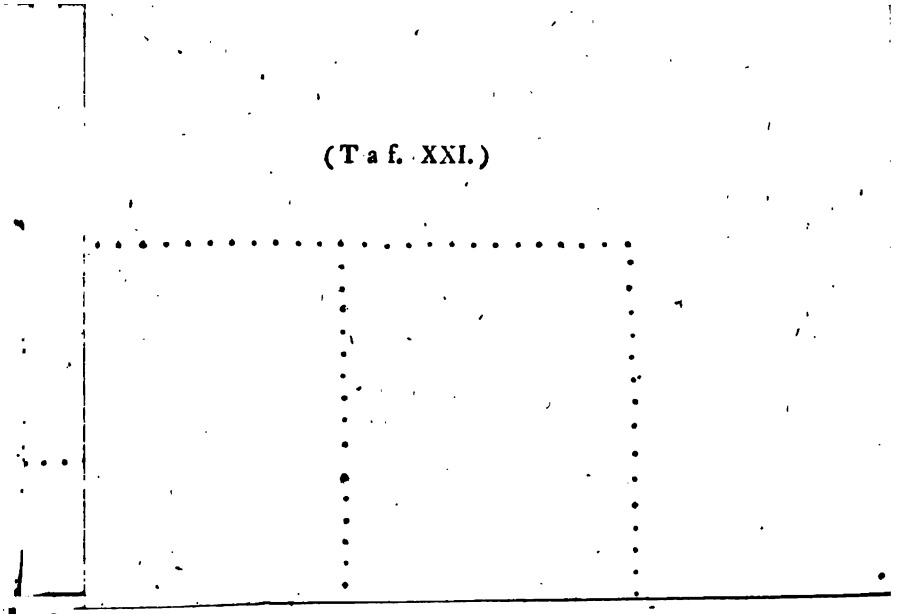
Das erste, was für sie zu thun war, musste seyn, den Satz, dass von zwey Isolatoren der härtere (rigidere) + E, der minder harte — E, erhalte, näher zu prüfen. In der That, sieht man Wilson's Resultate Taf. XIX. an, so ist nicht der geringste Widerspruch darinn; bis in das feine Detail der kältern und wärmern Luft hinein hält er sich richtig. Doch diese Tafel enthält nur wenige Körper. Man sehe also, was Hauy in seinem *Traité de mineralogie*, T. I. p. 237. sagt: „*Presque toutes les substances connues les unes, sous le nom de pierres, les autres sous celui de sels, acquièrent à l'aide du frottement, l'électricité*

pitrée, (pourvu qu'elles jouissent d'un certain degré de pureté.) Les substances inflammables proprement dites, (à l'exception du diamant,, etant de mêmes frottées, recoivent au contraire l'electricité resineuse." (Die Reibung geschah an Wolle oder der Hand; wie wenig jedoch letztere bey HAUY von ersterer absteht, sehe man S. 157. oben.) Alle jene Steine und Salze aber besitzen eine höhere Rigidität, eine grössere Härte, als diese verbrennlichen (unmetallischen) Körper.

Ich habe es der Mühe werth gehalten, alle Beobachtungen, welche HAUY in seinem genannten Werke, über die Härte derjenigen Substanzen aufführt, die selbige in irgend einem bedeutenden und überhaupt höheren Grade, als die unmetallischen verbrennlichen Stoffe, besitzen, in Eine Tabelle zusammenzutragen, und zwar um so mehr, da ich fand, dass die Reihe der Härten, welche HAUY, Tom. I. p. 269 — 271., selbst gegeben hatte, im Speciellen merklich von der abweicht, die seine Versuche geben. Taf. XXI. stellt die letztere dar. (Die mit kleinerer Schrift gedruckten Namen zeigen mit ihrem Ort, theils die höchste Härte, welcher die Substanzen, die durch sie bezeichnet werden, und deren Härte veränderlich scheint, fähig sind *x*), theils den nur sehr geringen Abstand ihrer

x) Wie z. B. bey *Diallage*; s. *Traité* etc. T. III. p. 125.

(Taf. XXI.)



Rubi

Härte von der Substanz, mit welcher sie durch perpendiculäre Linien zunächst zusammengezogen sind y), an. Uebrigens enthält diese Tafel auch verschiedene metallhaltige Stoffe, die ich darum nicht weglassen wollte, damit die Tabelle, die einmal ein sorgfältiges Durchgehen des ganzen HAUY'schen Werks erforderte, noch zu anderweitigem Gebrauch überhaupt alles enthielte, was in die Härten der unmetallischen (unverbrennlichen) Körper, nach ausdrücklichen Versuchen HAUY's mit hinein fällt. — Die Körper selbst sind so geordnet, dass die Tabelle oben mit den weichsten von ihnen anfängt, und unten mit den härtesten endiget. — Was nicht durch Linien zusammengezogen ist, ist nicht besonders gegen einander bestimmt, so oft sich diese Bestimmung auch, entweder von selbst, oder aus HAUY's eigener Reihe [T. I. p. 269 — 271.], deren Data ich indess, aus dem schon angeführten Grunde, nicht wie strenge Versuche selbst behandeln konnte, ergiebt. Nur bey *Télesie* habe ich die vielen Linien weggelassen, welche anzuzeigen hätten, dass dieser Stein härter als alle übrigen Körper der Tabelle, den *Diamant* allein ausgenommen, sey z).

Alle unmetallische, (isolirende), und sonst reine Körper dieser Reihe, werden gegen Wolle positiv, (letztere negativ). Siehe S. 248. Mehrere derselben sind bereits unmit-

y) Wie z. B. bey *Emeraude*; s. d. a. O. p. 517.
z) S. daselbst, T. II. p. 480. 482.

telbar auf die Electricitäten, die sie wieder unter einander bekommen, geprüft. Vergleiche Taf. XIX. und S. 247. Wo man indess nur ferner noch Versuche antrifft, wird auch in ihnen allemal der rigidere Körper positiv, der minder rigide negativ. Vorzüglich schön aber, und alles weiteren Suchens fast entübrigend, sind in dieser Hinsicht diejenigen, deren Resultate von HERBERT in seinem vortreflichen Werke: *Theoria phaenomenorum electricorum*, etc. *Editio altera aucta et emendata.* (*Vindobonae*, 1788. 8.) erzählt. Er giebt daselbst p. 163. 164. eine „*Tabula Electricitatum contrariarum, in qua corpus ordine praecedens cum omnibus insequentibus negativam atterendo electricitatem sortitur, insequentia vero omnia cum quolibet praecedentium positivam,*" die bey weitem die vollständigste, und zugleich den Versuchen nach die genaueste ist, die ich bis jetzt noch angetroffen habe. Ich setze sie ganz her, da sie schon für sich verdient, allgemeiner gekannt zu werden, als es bisher der Fall gewesen ist.

(Taf. XXII.)

(*„Corpora sibi invicem attrita sicca omnia, et fere ad 20 Reaumuriani gradum calida erant.*")

„*Sulfur*
Electrum
Colophonia
Cera hispanica
Lignum tostum

Sericum nigrum , cinericium , aut aliud quodlibet , cui colorem particulas martiales praebent

Sericum cujusvis alterius coloris

Ebur ; cornu

Linum siccissimum , et pene tostum

Gossypium

Chartà siccissima

Corium elaboratum rubrum , aut cujuslibet coloris

Calami scriptorii siccissimi

Plumae Cygni

— — Alcyonis

Pili Ovis

Pili Bovis Americani

— Ursi ; Lupi

— Tigridis

— Leporis albi ; Cati nigri viventis

— Martis Scythicae

— Lyncis

Crystallus Islandica ; Vitrum Moscoviticum ; aliaque de Spatorum classe

Vitrum

Crystallus

Gemmae universim , quantum duritie praestabant , tanto remotiorem a negativis in positivorum ordine locum sortiebantur : gemmarum maxime positivus est.

Adamas ; — (fit tamen ipse negativus cum
Pilis Cati Cyprii.)"

Ich hoffe, dass diese Tabelle dem Leser die nemliche Ueberraschung gewährt, wie mir, der ich buchstäblich sie erst vorfand, als ich die vorigen Blätter schon geschrieben hatte. Gern wird man also, was sie auch für den dritten Abschnitt in so reichem Maasse noch herbeyführt, von hier aus in denselben übertragen.

Was sie für diesen gegenwärtigen giebt, darf ich kaum erst erwähnen. Man werfe bloss einen Blick auf Taf. XXI. zurück, und alles folgt von selbst. *Chaux sulfatée*, *Chaux carbonatée*, *Baryte sulfatée*, *Chaux fluatée*, und was von HERBERT sonst mit seinen „*aliis de Spatorum classe*" gemeint haben kann, sind sämmtlich weichrer, als Glas, sämmtlich aber werden sie auch mit ihm negativ. Glas ist weicher, als Quarz (Bergkrystall, *Crystallus*); auch dieses, was vorhin positiv wurde, wird daher jetzt negativ. Von neuem ist Quarz weicher, als sämmtliche sogenannte Edelsteine; aber auch mit diesen allen wird er, der vorhin so positiv war, negativ. Und endlich von den Edelsteinen unter einander sagt unser Verfasser ausdrücklich: dass, je härter sie waren, sie auch dem positiven Ende der Reihe desto näher standen; und der Diamant, der allerhärteste unter ihnen, war zugleich der allerpositivste. Mehr, glaube ich, kann zum Beweise

der vollkommenen Gültigkeit des Satzes, dass von je zwey (unmetallischen), (auch unorganischen?) Isolatoren, der härtere, rigidere, + *E*, der minder harte — *E* erhalte, und dass somit die Reihe ihrer Härten zugleich die electrische Spannungsreihe derselben sey, nicht gefordert werden. Die Zusammenstimmung ist so scharf, dass, wenn einmal zwey Körper, deren Härten man zu wissen dächte, nicht die Electricitäten, die sie jenem Gesetze nach erhalten sollten, bekämen, man nur geradezu die Härten noch einmal zu untersuchen haben würde, um bald zu finden, dass, wenigstens für diese Exemplare, ja vielleicht für die geriebenen Flächen nur, sie die umgekehrten seyen; eine Untersuchung, die ich besonders bey dem *Disthène*, oder dem sogenannten Cyanit, dem Harz, jenen Namen der verschiedenen Electricitäten wegen, die verschiedene Exemplare bey Reibung mit demselben andern Körper, (Wolle u. s. w.) erhalten, gab *a*), vorgenommen wünschte *b*).

---

a) S. dessen *Traité* etc. T. III. p. 220. 221.

b) Vielleicht fehlte es nicht an Gelegenheit, wo man von den Electricitäten, welche Edelsteine gegen Glas und Quarz gerieben, erhalten, selbst zur Unterscheidung ächter von den nachgemachten, mit Vortheil Gebrauch machen könnte. Ein für Diamant, Smaragd, Rubin, Topas, Saphir, Chrysoberill, u. s. w. ausgegebener künstlicher Glasfluss zum Beyspiel, wird niemals, gegen Quarz oder Bergkrystall gerieben, + *E*, wie der ächte Stein, sondern immer nur — *E* erhalten können, und nichts scheint unmöglicher, als dass der

Ehe ich die von Herbert'sche Tabelle kannte, hatte ich für den Zusammenhang von Härte und Electricität, was seine Gültigkeit im Speciellen betraf, kaum mehr, als was Du Fay (s. der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris physische Abhandlungen. A. d. Fr. von v. Steinwehr. Th. X. S. 33. u. f.) von dem Grade der Electricität, den eine Menge Steine, Gläser und Salze vergleichungsweise beym Reiben an demselben andern Körper erhalten, erzählt. Ich hätte mich dazu auf das Bergman'sche Gesetz: dass, je weiter zwey Körper in der Spannungsreihe der Isolatoren von einander abstehen, auch ihre Electricitäten um so grösser seyen, (s. S. 135.), bezogen, und umgekehrt aus der höhern Spannung, die verschiedene Körper mit demselben Dritten erhielten, auf ihren Ort in der Spannungsreihe selbst geschlossen. Dies hätte ebenfalls dem Diamant die höchste Positivität gegeben. Ihm wären dann die übrigen Edelsteine, in Hauy's Namen

---

Kunst es je gelingen könnte, Körper von der hohen Positivität zu verfertigen, welche den ächten Edelsteinen insgesammt zukommt. Die vorgeschlagene Probe wäre um so annehmlicher, da sie von geschickten Händen, ohne die mindeste Gefahr, selbst einen blossen schönen Glasfluss zu beschädigen, vorgenommen werden kann, und kein Betrug durch Glanz, Durchsichtigkeit, Farbe, specifisches Gewicht, u. dergl., dabey möglich ist. Dass sie indess bloss bey glatten Flächen, wo sie jedoch meist auch allein nur vorzukommen hätte, gültig wäre, lehrt S. 122. Taf. IX.

übersetzt, fast pünktlich in der Reihe der Abnahme ihrer Härten gefolgt, auf sie der Quarz, sodann die Gläser, und zuletzt die Marmorarten, Gypse, u. s. w. Auch hat sich jenes Gesetz bis jetzt bewährt genug, um diesen Schlüssen trauen zu dürfen. VON HERBERT selbst führt p. 174. seines oben genannten Werks einen von uns S. 137. noch vermissten Versuch an, der einen dort gemachten Schluss ähnlicher Art, den, dass Tourmalin gegen Glas positiv, (dieses negativ), seyn müsse, weil Tourmalin mit Luft einen höhern Grad von + *E* als das Glas, bekam, vollkommen bestätiget. Man sieht, wir hätten uns ebenfalls genügen lassen können. Wo indess so viel Versuche wirklich da sind, wie in Taf. XXII., wäre es unrecht, ihnen ein Räsonnement vorzuziehen, oder auch nur nachzusetzen, was gegenwärtig besser bis dahin verspart wird, wo allein ein solches übrig bleibt. Seine neue Bestätigung an DU FAY's Versuchen durch die VON HERBERT's wird man dann nicht vergessen.

Die Bestimmung der Electricitäten unmetallischer Isolatoren durch ihre Härte erstreckt sich noch über die in Taf. XXI. aufgeführten Körper hinaus, und hat auch bey den Gliedern der negativen Seite der Spannungsreihe, die durch Harze, Schwefel, u. s. w. gebildet wird, Statt. Bernstein ist härter als Schwefel, aber mit Schwefel gerieben wird er positiv; (VON HERBERT, Taf. XXII.) Siegellak ist härter als

Talk und Bildstein, und weicher als Glimmer. Mit ersteren wird es positiv, mit letzterm negativ; (s. Hauy, Taf. VIII.) Selbst die Oxydabilität, die bey Leitern so viel und fast alles bestimmt, steht somit bey Isolatoren der Rigidität völlig nach; letztere bestimmt allein.

Alles, was die Rigidität unmetallischer Isolatoren ändert, ändert auch ihren Ort in der Spannungsreihe. Und wie an verschiedenen Körpern vorkommende verschiedene Härten, des minder harten zu — *E*, den härteren hingegen zu + *E*, bestimmten, so hat das Nemliche auch da Statt, wo der Körper derselbe ist, und bloss in zwey verschiedenen Exemplaren angewandt wird, die, wenn sie anfangs gleiche Härten hätten, durch ungleich starke äussere Einflüsse so verändert sind, dass sie nunmehr verschiedene Härten zeigen. Vor allem ändert die Temperatur die Rigidität. Aber es ist ein allgemeines und durch eine Menge von Erfahrungen bestätigtes Gesetz, dass jederzeit von zwey sonst völlig gleichen Exemplaren Eines und desselben Isolators, das wärmere — *E*, das kältere + *E*, erhält. Vergleiche bereits Bergman in dessen *Opusc. phys. et chem. Edit.* Hebenstreit. Vol. V. p. 399. Von Herbert, der solche Versuche an Schwefel, Siegellack, Seide, und Glas, anstellte, fand schon einen Temperaturunterschied von nicht 10° R. vollkommen dazu hinlänglich. S. dessen *Theoria phaenomen. electric. Edit. alt.* p. 158. Auch die Electricitäten, welche

einerley Körper erhalten, wenn sie so an einander gerieben werden, dass für den einen der Werth der Reibung grösser ausfällt, als für den anderen, reduciren sich zum grössten Theile hierauf. Es gehören hierher alle Versuche, wo man Siegellackstangen, Glasstäbe, Wollenfäden, Seidenfäden, u. s. w., so über einander hinführt, dass der eine von ihnen hierbey beständig nur an Einer Stelle gerieben wird, während bey dem andern die Reibung sich über seine ganze Länge erstreckt. Die erstere Stelle wird natürlich dabey um vieles wärmer, als die letzte, und sobald dieser Unterschied eingetreten ist, geht die ihm proportionale Spannungssetzung vor sich.

Auch die Negativität, die man irgend einem Körper dadurch ertheilt, dass man seine Oberfläche rauh und uneben macht, reducirt sich in so weit hierauf, als dadurch vom rauhen Exemplar weniger, vom glättern aber mehr Fläche in die Reibung eingeht. Ersteres muss dann beträchtlich wärmer werden, als das letztere, und es entsteht ein Rigiditätsunterschied der nemlichen Gültigkeit, als wenn er an wirklich hetrogenen Körpern vorkäme.

Hebt man endlich durch Schmelzung u. s. w. die Rigidität des Körpers ganz auf, so ist das geschmolzene Exemplar gegen das feste, selbst wo die Temperatur ganz gleich ist, negativ, dies positiv. Zwar fehlt es hierüber noch ganz an sogenannten directen Versuchen, ein sehr allgemeines und äusserst gültiges Factum aber ist die Gestalt des Eises beym Gefrieren des Wassers. Von

dem Augenblicke an, dass in einer Quantität Wasser das erste Theilchen Eis entstanden ist, findet es sich mit ihm unter den Bedingungen des electrischen Processes. Beydes, Eis und Wasser, sind unmetallische Körper, wie hier gefordert wird, und ersteres bey gehöriger Kälte, (18 bis 20° unter 0 R.), ein fast völliger Isolator, doch bey der Temperatur von 0° R., oder nahe daran, in der es sich gewöhnlich bey seiner Entstehung befindet, dies noch schlecht genug, um mit dem schon für sich hinlänglich leitenden Wasser in electrische Spannungssetzung übergehen zu können, ohne dazu der Reibung u. s. w. zu bedürfen. Das Eis in seinem Auftrittsaugenblick ist einer bestimmten Bildung fähig. Die Electricität, die überall, wo sie Gelegenheit dazu findet, dergleichen ertheilt, thut dies auch hier. Die positive giebt strahlige Figuren oder Sterne, die negative dagegen runde Flecken oder Kreisse. Nun erscheint aber überall, wo die Eisentstehung durch nichts gestört, frey vor sich gehen kann c), am Eise selbst der Stern, oder die positiv-electrische Figur. Es ist also gewiss, dass das Eis in seinem Erregungsacte mit dem noch flüssigen Wasser, + *E*

c) Man vergleiche besonders die vortreflichen Erfahrungen Wilke's in den Abhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften. Deutsche Uebersetzung, B. XXXI. S. 87. u. f., ausgezogen in Fischer's Geschichte der Physik, B. V. S. 281 — 293.; Beobachtungen, deren Genauigkeit ich nach vielfältiger eigner Erfahrung nicht genug rühmen kann.

bekommen habe. (Dass am zurückgebliebenen flüssigen Wasser, eben weil es flüssig ist, sich die entgegengesetzte Form des Kreisses nicht als Form eines Concreten ausdrücken könne, versteht sich von selbst. Uebrigens aber ist es allerdings erlaubt, die Grundgestalt des flüssigen, den Tropfen oder die Sphäre mit den negativ-electrischen Figuren in Beziehung zu setzen, und somit zu glauben, dass die Setzung der negativ-electrischen Form am Wasser sich zu seiner wirklichen, als ihr gleichnamig, hinzuaddire. Dies könnte sich etwa in einer grössern Flüssigkeit desselben ausdrücken; für diese aber findet man in der That die Bildung von Dampf, mit der jedes Gefrieren so gern und um so mehr begleitet ist, je heftiger es vor sich geht *d*). Um so heftiger und beträchtlicher aber ist auch der electrische Process zwischen dem entstehenden Eise und dem Wasser.)

Nachdem somit der Zusammenhang der Rigidität unmetallischer Körper (Isolatoren) mit ihrer Positivität in aller möglichen Hinsicht wirklich nachgewiesen ist, kann nun das zweyte, was für die S. 247. auf den Fall seiner Bestätigung nothwendig gewordene Gleichung: Rigidität = Hydrogeneität, zu thun ist, nichts anderes seyn, als den Act der Rigescenz, Krystallisation,

---

d) S. Wallerius in den Abhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften. Deutsche Uebersetzung, B. IX. S. 235. u. f.

Erstarrung; u. s. w., selbst, näher zu untersuchen, um zu entdecken, ob sich etwas finde, was dem Rigiden einen Vorzug vor dem Flüssigen (Liquiden) sichere, der ähnlich dem sey, welchen ein oxydirbareres Metall, z. B. vor einem minder oxydirbaren, oder bereits oxydirten, hat. Der Unterschied letzterer ist chemisch, die höhere Oxydirbarkeit lässt sich in nichts anderem suchen, als in einer grösseren Hydrogeneität. *Es* müsste also gefunden werden, dass auch das Rigide eine höhere Hydrogeneität als das Flüssige, aus dem es entstand, besitze, und wieder das Rigidere eine höhere, als das minder Rigide. Das Ganze lösst sich in eine Untersuchung über *die* Krystallisation als *chemischen* Act auf.

Gedacht war an diesen Gegenstand bereits worden, und vorzüglich hat man hier von Arnim *e*) zu erwähnen. Das Resultat indess, zu dem er glaubte gekommen zu seyn, ist nicht das, welches wir zu erwarten haben. Er blieb zwar nur beym Wasser stehen, wollte aber, dass das Eis ein oxygenirteres Wasser sey, statt dass bey uns die Frage vielmehr ist, ob es nicht ein hydrogenirteres sey. Zudem sind von Arnim's Gründe nicht von der Art, dass sie die Sache streng entscheiden könnten *f*).

---

e) S. Gilbert's Annalen, B. V. S. 69.

f) Der hauptsächlichste war ihm, dass die Refraction des Lichts im Eise kleiner als im Wasser sey. Aber voraus-

Es war also nöthig, den ganzen Gegenstand von neuem vorzunehmen, und ich habe dies, wie schon erwähnt, im gegenwärtigen Winter (1804) nach Möglichkeit gethan. Auch ich glaubte meine Arbeit nirgends schicklicher anfangen zu können, als beym Wasser. Sein Gefrieren gewährt das Phänomen der Krystallisation so rein, und von manchem frey, was anderswo stören könnte, dass man sich hier gewissermassen an der Quelle der Krystallisation befindet. Sobald sich nachmals erweisen lässt, was bereits mehrere der erfahrensten Scheidekünstler g) vermuthet haben, nemlich, dass auch alle andere Krystallisation nur von der Krystallisation des Wassers des Krystallisirenden herrühre, so giebt dann, was von der des Wassers galt, für alle Krystallisation überhaupt.

— Es wird sich unten zeigen, weshalb ich meiner Bearbeitung dieses Gegenstandes, in den folgenden Blättern zunächst diejenige Form einer be-

---

gesetzt eben, dass bey gleichen Dichtigkeiten sich die Brechungen verhalten wie die Verbrennlichkeiten, und umgekehrt bey gleichen Verbrennlichkeiten wie die Dichtigkeiten, ist zu bedenken, dass das Eis um ein Zehntheil minder dicht ist, als das Wasser, dass also hieraus schon eine Abnahme der Brechung folgt, die leicht gross genug ist, um durch eine wirklich höhere „Verbrennlichkeit" des Eises als des Wassers, nicht ganz aufgehoben werden zu können.

g) Vergl. z. B. Hermbstaedt's Bibliothek der neuesten physisch-chemischen Literatur, B. III. S. 113 116.

sondern Abhandlung gelassen habe, in der ich ihn, gleich nach den Versuchen, entwarf. —

— „Unter den Einflüssen, aus deren Wirkung auf die Krystallisation des Wassers sich die Natur dieser letzteren ergeben musste, stand mir zunächst der Magnetismus vor. Schon Mairan *h*) bedauerte, dem Wasser in seinen Gläsern, was eben auf dem Punkte zu gefrieren war, keinen Magnet vorgehalten zu haben. Man sieht, es schlummerten in ihm dieselben Ideen, die nachmals Kirwan *i*) so klar darzustellen wusste. Von wirklichen Versuchen aber ist mir nichts bekannt geworden.

Ich habe dergleichen angestellt. Das letzte Resultat von gewiss dreyhundert aber war: dass der Magnetismus nicht den mindesten polarischen Einfluss auf die Krystallisation des Wassers habe. Beyde Pole verhielten sich durchaus, der eine wie der andere.

Es ist nicht leicht gewesen, mich der Schärfe dieses Resultats auf alle mögliche Weise zu versichern. Ich gieng mit anderen Hoffnungen an die Arbeit, und auf jedes Hundert von Versuchen kamen

---

h) S. dessen Abhandlung von dem Eise. A. d. F. (Leipzig 1752.) S. 179.

i) S. Gilbert's Annalen, B. VI. S. 391 — 406.

gewiss funfzig, die, wenn sie ein unerfahrner einzeln, und ohne die anderen funfzig sah, ihn ganz unwidersprechlich überführen konnten, dass der Magnet einen ganz ausserordentlichen Einfluss auf die Eisbildung habe, und dass der eine Pol sie befördere, der andere aber hemme. Selbst an Gruppirungen fehlte es nicht, die denen der Eisenfeile durch den Magnet aufs höchste glichen. Das alles aber war auch ohne die Nähe irgend einer Spur von Magnet möglich. Man kann nur aus Erfahrung einen Begriff haben von der Unendlichkeit von äusseren Bestimmungen, die auf ein Glas mit Wasser, was so eben gefrieren will, wirksam sind, und von der Kleinheit des Grades, bey welchem sie es seyn können. Mehrere Tage nach einander war am Orte der Versuche die Krystallisation des Wassers beständig auf derselben Seite grösser oder auch geringer. Dann änderte sich plötzlich die Ordnung, alles war umgekehrt und eben so constant: und an allem diesem war eine geringe äussere Veränderung der Temperatur der Atmosphäre Schuld, die einem fast unmerklichen Luftzug eine andere Richtung gegeben hatte. Seine Wirkung dauerte fort, obgleich der Magnet umgekehrt wurde, und somit andere Pole an dieselben Orte kamen.

Der Magnet, dessen ich mich zu diesen Versuchen vorzüglich bediente, war nicht schwach; er zog über 24 Pfund. Die Art, nach der er theils am Glase anlag, theils nur wenige Linien von ihm abstand, war ohngefähr diese: . Ausser ihm

habe ich eine Menge schwächerer angewandt, und entweder ganz ins Wasser selbst gebracht, oder nur bloss mit ihren Polen darein tauchen lassen. Auch den Ort, an dem ich experimentirte, habe ich häufig gewechselt, und zuletzt den ganzen Apparat im Freyen tief in Schnee vergraben.

Um der Einwendung auszuweichen, dass ein so grosser Magnet, wie der gedachte, mit seiner Kraft zu der bey der Bildung des Eises oder eines Krystalls überhaupt, vielleicht in keinem besseren Verhältniss stehe, als die Erzeugung der Electricität an einer Electrisirmaschine zu der in einer guten Galvanischen Kette oder Säule, die, bey so hoher Spannung, an Quantität der letzteren von so viel niederer Spannung, so ausserordentlich nachsteht, suchte ich den Process des Gefrierens selbst auf allerhand Weise zu *verzögern*, um ihn mit der Wirkung des Magnets in ein nahmhaftes Verhältniss zu bringen. Ich mischte dazu das destillirte Wasser mit Alkalien, Säuren, schwer krystallisirbaren Neutral- und Mittelsalzen, u. s. w. Alles war ohne den mindesten Erfolg. Ich hatte Gelegenheit dabey, eine Menge schöner Beobachtungen zu machen, nur, was ich suchte, fand ich nicht.

Eben so wenig wurde eine so viel wie möglich *beschleunigte* Eisbildung durch den Magnet um das Mindeste afficirt. Ich gebrauchte dazu heftige Kälte, Berührung des zu 4 bis 6° R. unter seinen Nullpunkt erkalteten Wassers mit Eis, u. dgl.

Endlich stellte ich das ganze Phänomen, so zu sagen, auf die Spitze, d. i. ich brachte an die beyden Pole von Magneten der mannichfaltigsten Stärke gleich grosse Eisnadeln, oder auch nur Radien von Schneesternen, und berührte damit in grossen und kleinen Gefässen, an vollkommen ruhigen Orten, Wasser, was so weit erkältet war, dass Berührung von bereits gebildetem Eise sogleich ein weiteres Gefrieren, was von diesen angebrachten Eispünkten ausgieng, hervorbringen musste. Ich habe diesen in seinem Erfolg, besonders in mit Alkalien oder Säuren, (etwa im Verhältniss von 1 : 32 bis 16), vermischtem Wasser, äusserst glänzenden Versuch, da man in ihm die regulärsten Schneebildungen in Durchmessern von 4 — 6 — 8 Zollen für Eine „Flocke" erhalten kann, ausserordentlich oft wiederholt, und der Schnelligkeit des Vorgangs alle möglichen Grade gegeben, aber eben so ohne eine Spur von sich auf den Magnet beziehendem Resultat, wie wenn der Magnet mit seinen Polen an den Seiten des Glases lag, wo ein von der Mitte der Wasserfläche ausgehender Stern gegen keinen Pol hin, weder im Winkel seiner Stralen, noch in ihrer Länge, u. s. w., die mindeste Veränderung erlitt. Kurz: ich weiss unter allen meinen, und noch auf viele andere Art angestellten Versuchen, nicht einen einzigen, der einen Erfolg von irgend einem Grade gehabt hätte, den ich der besondern Wirkung des Magnets hätte zuschreiben können, und da dies das Resultat von einem dreymonatlichen fast ununterbrochenen Experimentiren über einen Gegenstand ist, über

welchen zur ferneren Notiz ich durchaus aufs möglichste belehrt seyn wollte, und den ich schlechterdings nicht eher verlassen konnte, bis ich aufs schärfste wüsste, was ich glauben sollte, so darf ich dasselbe ohne Weiteres für eine nunmehr zugemachte Wahrheit ausgeben.

Glücklicher gewesen, und eher zum Ziel gekommen, bin ich bey der Untersuchung des Einflusses der Electricität auf die Krystallisation des Wassers. Die erste Veranlassung dazu gab ein Versuch von WINTERL k), in welchem mit dem +-Pol der VOLTA'schen Säule verbundenes Wasser früher gefror, als mit dem —-Pol verbundenes. Ich wiederholte diesen Versuch, erhielt auch einen nach den Polen verschiedenen Erfolg, jedoch den umgekehrten von dem, den WINTERL angiebt, und so oft ich ihn auch nachmals von neuem anstellte, beständig einen solchen. Ich mochte zu den Poldräthen, Eisen, Kupfer, Messing, Silber, Gold, oder Platina, nehmen, allemal fror das Wasser am und um den negativen Pol früher, als am positiven. Es hatte somit keinen Einfluss darauf, ob der Oxygendrath sich dabey verkalkte, oder das Oxygen als Gas gab, und der Erfolg war so präcis, dass er mir nicht einmal zweydeutig geblieben ist, selbst, wo schwacher Luftzug und dergleichen von dieser oder jener Seite durch seinen Einfluss das

k) S. dessen Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur. 1804. S. 324.

Resultat modificirte. Nie war er stark genug, um dem Wirkungsunterschied der Pole gleich zu seyn, ihn also aufheben zu können. Ich habe den Versuch häufig ganz im Freyen, und ohne irgend eine besondere Vorsicht, mit demselben Glück wiederholt.

Dieses frühere Gefrieren des Wassers am Hydrogenpol, und das spätere am Oxygenpol der VOLTA'schen Säule ist keine Folge der blossen Gegenwart der beyden Electricitäten durch ruhige Mit- oder Vertheilung im Wasser. Berühren die Dräthe das Wasser nicht, so ist, ohngeachtet des nothwendigen Daseyns letzterer, kein solcher Unterschied zugegen.

Wasser, was mit Dräthen auf dieselbe Art, wie zum vorigen Versuch, versehen ist, die aber nicht ferner mit der VOLTA'schen Säule in Verbindung sind, so dass die Kette geschlossen wäre, gefriert

---

1) Die Verschiedenheit des Erfolgs in meinem und WINTERL's Versuch kam übrigens sehr wahrscheinlich von den verschiedenen Graden der Reinheit unserer Wässer, und der Art der Unreinheit des seinigen, her. Er verband zwey besondere Flaschen mit Wasser durch eine thierische Substanz, von der sich, wie schon aus dem Mangel von Oxyd und Gas am positiven Poldrath von Eisen, während doch der negative, ebenfalls von Eisen, Hydrogengas gab, erhellt, leicht etwas aufgelöst haben konnte. Ich hingegen trennte das Wasser nicht, sondern wandte es, destillirt, und zum Theil auch ausgekocht, in weiten offnen Gläsern, in welchen die Poldräthe ¼ bis ½ Zoll im Wasser, und 1½ bis 3 Zoll von einander abstanden, an. Sonst gelingt aber der Versuch auch eben so gut im ersten besten rohen Wasser, sofern es nur sonst durch nichts getrübt ist, u. s. w.

später, als am negativen, und früher, als am positiven Pol der geschlossenen Kette. Die Gefrierbarkeit des Wassers war durch jenen also erhöht, durch diesen vermindert. Zum völligen Gelingen dieser vergleichenden Versuche gehört indess schon mehr Sorgfalt in Vermeidung störender äusserer Einflüsse.

Das Wasser in der Nähe des negativen Pols wird von einem Theile des an diesem sich entbindenden Hydrogens hydrogenirt, das um den positiven Pol aber von dessen Oxygen oxygenirt. Paul's oxygenirte und hydrogenirte Wässer *m*) zeigten schon vor Entdeckung der Säule, dass sich Wasser mit dem halben Volumen Oxygen-, und mit dem Drittheil Hydrogengas, vereinigen lasse. Gleiche Vereinigungen müssen um so eher und inniger Statt haben, wo die Gasarten im Moment ihrer Bildung, und dabey in den grösstmöglichsten Oberflächen mit dem Wasser in Conflict sind, wie im Kreisse der Säule. Davy *n*) und andere haben sie nachher auf diesem Wege wirklich nachgewiesen, und zugleich hat sich gezeigt, dass auch auf ihm mehr Oxygen als Hydrogen mit dem Wasser in Verbindung treten könnte. Das Meiste hat der Kenntniss dieser interessanten Verbindungen Parrot *o*) zugefügt, nur dass er einer

---

m) S. Scherer's Allgem. Journal der Chemie, B. I. S. 713. B. V. S. 735. 742. u. s. w.

n) S. Gilbert's Annalen, B. VII. S. 119.

o) S. daselbst, B. XII. S. 58. u. f.

vorgefassten Theorie zu Liebe, auf eine Art, die er jetzt selbst zurückgenommen haben wird, beyde Wässer verwechselte, und das am positiven Pol entstandene hydrogenirt (unteroxydirt) das am negativen entstandene oxygenirt (überoxydirt), nannte, während sie das umgekehrte waren, wie vor allem die desoxydirende Wirkung des am negativen Drath gebildeten Wassers auf Metalloxyde, und dass dieses Wasser specifisch leichter, jenes am positiven Pole entstandene aber specifisch schwerer, als reines unverändertes Wasser, war, hätte zeigen können p). — Wo statt des Oxygengases Oxyd erzeugt wird, lösst sich von diesem im Wasser auf q), und stellt so einen Werth von oxygenirtem Wasser dar.

---

p) Man vergleiche übrigens mit PARROT's Wässern, besonders ihrer Farbe nach, was ich bereits in GILBERT's Annalen, B. VIII. S. 461. 462. bey ungeschlossenen, d. i. durch den langsamen aber beständigen Verlust von Electricität beyder Pole an die Luft, in einem Aequivalent von sehr geringer (partieller) Schliessung befindlichen Säulen, beobachtete.

q) Diese, wenn gleich zum Theil sehr geringe, Auflöslichkeit aller Metalloxyde in Wasser, bestätigt sich vorzüglich durch die Reductionen, welche, wenn in reinem Wasser am positiven Pol oxydirt wird, am negativen Pol im Kreisse der Säule vrogehen, ohne dass Oxyd in Substanz nach diesem Pole übergeführt wird. Es ist genug, wenn nur die klare Flüssigkeit um beyde Pole selbst, nicht aller Communication beraubt ist, sich also von der Oxydauflösung am + Pol, dem reinen Wasser am — Pol mittheilen und mit ihm vermischen kann.

Da nach dem vorhin Erwähnten, das frühere Gefrieren des Wassers am negativen Pole, und das spätere am positiven von einer ruhigen Gegenwart verschiedener Electricitäten selbst nicht herrührt, so glaubte ich den Grund davon in den so eben beschriebenen chemischen Veränderungen des Wassers suchen zu müssen. Es würde diesemnach heissen: „das Wasser gefror am — - Pol darum früher, weil hydrogenirtes Wasser überhaupt seinen Frostpunkt höher, am + - Pol darum später, weil oxygenirtes ihn tiefer hat, als gewöhnliches. Ist z. B. der Frostpunkt des letztern = 0° R., so ist der des hydrogenirten = (0 + x)°, und der des oxygenirten = (0 — x)° R."

Dies war die erste Spur von einem Wege, auf dem sich nicht bloss über Gefrieren und Krystallisation, sondern über Zustandsänderung überhaupt, etwas Chemisches erfahren liesse. Erhöhte ein Zusatz von Hydrogen die Gefrierbarkeit, so schien im Hydrogen selbst das Princip der Festigkeit (der Rigidität) zu liegen;

Gewöhnlich sind dann, wegen des zur blossen Reduction überflüssigen Hydrogens, diese Reducte hydrogenirt. Die schwarzen Niederschläge z. B., welche ich in m. Beyträgen, B. II. St. 1. S. 11. u. f., theils in zufällig entstandener, theils absichtlich bereiteter, Silberoxydauflösung in Wasser, am — - Drath erhielt, bestanden aus demselben hydrogenirten Silber, was ich in Gehlen's Neuem Allg. Journ. der Chemie, B. III. S. 562. beschrieben habe.

vermin derte ein Zusatz von Oxygen dieselbe, so schien im Oxygen selbst das Princip der Fluidität zu liegen — vor der Hand nemlich nur beym Wasser. Es kam darauf an, den Act des Gefrierens des reinen gewöhnlichen Wassers, genauer zu untersuchen.

Es ist bekannt, dass sich besonders bey einem schnellen Gefrieren, selbst aus sehr ausgekochtem Wasser, beständig Blasen entwickeln, die nachher unter mancherley Gestalt als Hölungen im Eise enthalten sind. Bey den obigen Versuchen über die Modification der Gefrierbarkeit des Wassers durch die Pole der Volta'schen Säule, bemerkte ich fast durchgängig, dass, während Gläser mit Wasser und Dräthen, aber ausser Verbindung mit der Säule, auf allen Seiten gleichförmig von solchen holen Nadeln und dergleichen durchzogen waren, in dem mit der Säule verbundenen Wasser fast gar keine solche Hölungen auf der Hydrogenseite r), dagegen eine ganz ausserordentliche Menge auf der Oxygenseite s), und

r) Ich abstrahire hier von den kleinen Bläschen, die das ganz zunächst um den Drath befindliche Eis, in Menge zu enthalten pflegt. Sie sind nichts als Hydrogengas, was, nach seiner Entwickelung, durch das eben entstehende oder schon entstandene Eisgefüge in seinem Aufsteigen und Entweichen gehindert, und von ihm zurückgehalten wurde. Man kann diesem Einfrieren des Gases ganz deutlich zusehen.

s) Auch hier ist das eben so deutlich in das Eis einfrierende Oxygengas, sobald der Drath von Gold oder Platina ist, nicht mit in Rechnung gesogen. Allerdings

zwar gerade da, wo sich das oxygenirte Wasser zu Folge seines grösseren specifischen Gewichts, vorzüglich musste hinbegeben haben, d. i. im untern Theile des Glases, angegen waren. Da nun das Wasser hier mit Oxygen geschwängert war, so konnte ich sie, fürs erste, für nichts anderes, als für ausgefrornes Oxygengas selbst halten, welches in das Eis nicht mit einzugehen fähig war †). Anders musste es mit dem Hydrogen gewesen seyn. Schon das frühere Gefrieren des mit ihm geschwängerten Wassers, verbunden mit dem fast gänzlichen Mangel an Blasen in ihm, deutete darauf hin, dass es in das Eis mit eingegangen war, und zu dessen Bildung sogar viel beygetragen hatte.

Was waren jetzt die Blasen im gewöhnlichen Wasser? — Sie sind für allerhand ausgegeben worden. Mehrere haben selbst darüber geklagt, dass man sie gar nicht aufzufangen im Stande sey, weil ihr Gehalt vom schmelzenden Eise wieder aufgenommen werde *). Dies hätte, wie auch LICHTEN-

---

nemlich giebt der +-Drath, obschon das Wasser um den —-Drath bereits gefroren ist, wegen der einigen Leitung, die dies Eis immer noch gewährt, noch etwas Gas fort, so lange um ihn noch kein Eis entstanden ist.

†) Noch habe ich oben vergessen, anzuführen, dass das Eis am Hydrogenpol gewöhnlich sehr regulär und stralig gebildet ist, während das am Oxygenpol mehr einer confusen Gerinnung gleicht, und das Product eines bloss erzwungenen Gefrierens darzustellen scheint.

*) Vergl. WINTERL's Darstellung, S. 323.

BERO's Eisschaum im Vacuum v), auf blossen Dampf schliessen lassen.

Da mir eine Untersuchung des Gehalts dieser Blasen ausserhalb dem Wasser zu mühsam, und zum Theil auch als unmöglich vorkam, so suchte ich die Natur derselben durch gehörige Reagentien lieber an Ort und Stelle zu erfahren. Die früheren Erfahrungen wiesen auf Oxygen hin, und wäre auch nichts wie Dampf zugegen gewesen, so war doch selbst dieser auf einen Antheil verdächtig, den er etwa mehr hatte, als das Wasser, aus dem er entwich. Das schicklichste Mittel, dieses Oxygen zu finden und zu binden, schien mir zunächst die Salzsäure.

Ich mischte hierzu einen Theil reine weisse concentrirte Salzsäure mit zwey Theilen Wasser, und vertheilte dieselbe in vier Gläser. In alle brachte ich einen Streifen feines Blattgold, der zwey Zoll lang, zwey Linien breit, auf einer Glasröhre befestigt war, und dessen Ränder alle möglichst scharf geschnitten waren. Zwey dieser Gläser setzte ich bey der heftigen Kälte in der Nacht vom letzten 31sten December zum 1sten Januar an einen Ort, wo das Thermometer den 1sten Januar früh um 6 Uhr 22° unter 0° R., die ganze Nacht durch aber unter 16°, — als dem ohngefähren Gefrierpunkt dieser Mischung, stand. Das Wasser fror aus der Säure heraus, und bildete

v) S. ERXLEBEN's Anfangsgründe der Naturlehre §. 426. Anm. 6te Aufl. S. 361.

ein Eis, was nur noch wenige Blasen enthielt. Die Säure, die hierbey immer concentrirter wurde, hatte sich nach und nach auf dem Boden des Glases versammelt *w*), wo sie flüssig blieb, und nur mit wenigen Eisschiefern durchzogen war. Früh um 9 Uhr brachte ich die Gläser in eine höhere Temperatur, wo das Eis so eben aufthauen konnte. Vom Niveau der Flüssigkeit bis $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll in dieselbe hinein,

---

w) Man nimmt dergleichen Aussonderungen einer specifisch schwereren und zugleich minder gefrierbaren Flüssigkeit aus einer andern leichteren und eher gefrierenden, in allen Mischungen solcher bey der gehörigen Kälte wahr. Auf diese Art habe ich z. B. aus mit concentrirter Kalilauge im Verhältniss von 8, 16, 32, ja 64, zu 1, gemischtem Wasser, durch Frost die erstere wieder so vollkommen abgesondert gesehen, dass nach dem Aufthauen des über der unten ungefrornen Flüssigkeit befindlichen Eises, das Wasser über der Kalilauge fast mit der nemlichen scharfen Grenze stand, als hätte ich beyde Flüssigkeiten mit besonderer Sorgfalt, wie zu Galvanischen Ketten, (vergl. S. 20. oben), über einander gebracht.

Ich sollte glauben, dass diese Art von Frost- oder Eisgradirung mehr Aufmerksamkeit verdiene, als man ihr, nachdem sie bey Salinen, einer öfteren besondern chemischen Beschaffenheit der Sole wegen, nicht allemal von Nutzen war, ferner geschenkt hat. Nicht zu gedenken, wo sie hier doch noch zuweilen mit Nutzen anzuwenden wäre, erwähne ich nur aller der technischen Operationen, bey denen alkalische Lauge zu concentriren, oder auch nur von neuem wieder gut zu machen ist. Man bedenke, dass diese Art der Concentration, die in jedem Winter auszuführen ist, nichts, als die Gefässe, kostet.

fand sich das Goldblatt völlig unversehrt, und noch eben so, als es hinein gekommen war. Weiter nach unten aber waren seine Ränder eingefressen, franzig, und das Blatt selbst sehr porös geworden. Ich mischte die ganze Flüssigkeit jedes Glases durch einander, und prüfte mit frischbereiteter salzsaurer Zinnauflösung. Sogleich zeigte sich derselbe Anfang von Trübung und auch Färbung, den auch andere Salzsäure ähnlicher Concentration gab, als ich sie vor der Probe mit der Zinnauflösung absichtlich mit etwas Goldauflösung gemischt hatte. — Die beyden andern Gläser von den erwähnten vier, hatten die Nacht über auf dem Ofen an einem Ort gestanden, wo die Temperatur nie unter + 40° R. kam. In diesen war das Goldblatt durchaus unversehrt, und die Vermischung mit einem gleichen Antheil derselben Zinnauflösung, gab nicht die mindeste Trübung oder Färbung.

Es hatte sich also während dem Gefrieren des in der Salzsäure enthaltenen Wassers wirklich Oxygen ausgeschieden, was die Salzsäure aufnahm, welche dadurch, so viel von ihr konnte, zu oxydirter, goldauflösender, wurde.

Andere Versuche stellte ich nachmals mit Hornsilber an, dem ich vorher durch die Wirkung des Lichts auf dasselbe, einige Schwärzung gegeben hatte. Ich that davon gleiche Mengen in verschiedene Gläser mit destillirtem Wasser, deren einige an einem Orte, wo die Temperatur eben zwischen 0° und 2° R. blieb, andere aber in die zum völligen Gefrie-

ren des Wassers hinlängliche Kälte setzte, bis alles Wasser gefroren war. In den ersten Gläsern hatte dieses Hornsilber seinen schwärzlichgrauen Teint vollkommen beybehalten, in den letztern aber war es merklich bleicher, und auf dieselbe Art wieder weisser geworden, als es, durch Oxydation des Reducirten, in dem rothen Felde des Prismaspectrums wieder weiss zu werden pflegt *x*).

Diesen Versuch habe ich oft wiederholt. Es ist dazu begreiflich keine besondere Kälte nöthig. Warum ich aber die Gegengläser nicht ebenfalls in eine so hohe Temperatur brachte, wie bey Gold und Salzsäure, wird sich nachher zeigen. —

Es soll sich nach dem Vorigen bey dem Gefrieren des blossen Wassers wirklich Oxygen aussondern. Ob es aber darum auch allemal als Gas erscheinen muss? — Dies lässt sich so geradezu nicht behaupten. Will doch PRIESTLEY statt eines solchen, sogar, und beständig, Stickgas aus dem Wasser durch das Gefrieren erhalten haben *y*). Auch wollen wir von diesem, nur weiter unten, wirklich sprechen. Ein anderes Phänomen aber, was das Gefrieren begleitet, ist die Verdampfung des Wassers.

---

x) S. Intelligenzblatt der Erlanger Literatur-Zeitung, 1801. No. 16. S. 121. u. f., und m. Beyträge, B. II. St. 3. S. 199. u. f.

y) S. *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. V. Philadelphia, 1802. p. 36 — 41.

Es ist eine längst bekannte Erfahrung, dass man das Gefrieren des Wassers beträchtlich aufhalten kann, wenn man es hindert, zu verdampfen. Schon Wasser in bedeckten Gefässen, noch mehr in solchen, wo das Wasser mit Oel und dergleichen übergossen, oder die ganz voll, und gut verstopft, sind, braucht eine grössere Kälte, als offenes. Hängt diese Verdampfung mit dem Gefrieren zusammen? — Wirft sich vielleicht der Antheil Oxygen, den das gefrierende Wasser abgiebt, auf einen Theil des nicht gefrierenden, und constituirt damit Dampf? — Ist dieser Dampf das, was, wenn Oxydabilien zugegen sind, den Sauerstoff zu ihrer Oxydation hergiebt, und dadurch zu gewöhnlichem Wasser zurückkehrt? — Entstanden aus dieser Ursache so wenig Blasen in dem mit Salzsäure gemischten Wasser, indem hier das Oxygen, ohne mit dem Wasser zu Dampf zusammentreten zu dürfen, sogleich eine bessere Bestimmung fand? — Hier bin ich weniger mit directen Versuchen versehen. Desto mehr aber sind Facta, von der Natur selbst im Grossen construirt, vorhanden. Bleiben wir beym Dampfe überhaupt, abgesehen davon, ob er ausflüssig bleibendem, oder dabey gefrierendem Wasser entstand. Am ersten müsste sich sein Oxygengehalt bey den atmosphärischen Niederschlägen entdecken. Wen darf ich aber hier erst erinnern, an den noch vor kurzem so besprochenen Oxygengehalt des Schneewassers z), der durch Carradori,

z) S. *Journal de l'ecole polytechnique*, Cah. IV. p. 570 — 576.

wie zu zeigen, keinesweges widerlegt ist; an die schon aus VAN BREDA's Versuchen *a*) hervorgehende eben so grosse Reichhaltigkeit des Regenwassers an Oxygen; an den grössern Oxygengehalt der Luft in Nebeln *b*); u. s. w. Was liegt dem mehreren Oxygen der Seeluft näher, als die, wo nichts als Wasser ist, weit grössere Verdampfung, wie auf dem festen Lande? — Was endlich macht, zum Theile wenigstens, im Winter die Atmosphäre beständig oxygenreicher, wie im Sommer, als die mit Frost so genau verbundene Verdampfung? — (Nicht dass der Dampf als Dampf diesen Oxygengehalt unmittelbar, und während er Dampf verbleibt, verrathen könne; er gehört zu seinem Bestehen selbst. Erst bey seiner Rückverwandlung in Wasser, [seiner Decomposition], verlässt das Oxygen, was er mehr, als dieses hat, die innige Verbindung mit demselben, und adhärirt ihm jetzt nur. In diesem Zustande befindet sich das Oxygen selbst am Schnee, doch ist wahrscheinlich hier die Adhäsion, und damit die Menge des Adhärirenden, noch geringer, als im Regenwasser, obgleich die Menge Oxygen die den Dampf verlässt, wenn er [im Winter] in Eis [Schnee] übergeht, an sich beträchtlicher seyn

---

a) S. INGENHOUSZ's vermischte Schriften, übers. von MOLITOR, B. II. S. 441 — 476.; vergl. SCHERER's Allg. Journal der Chemie, B. I. S. 336. 560.

b) S. VON HUMBOLDT's Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises. 1799. S. 163.

muss, als wo er, wie [im Sommer] beym Regen oder Nebel, bloss in Wasser übergeht.)

Möchte es sonach, um wieder auf das Gefrieren des Wassers zurückzukommen, nicht scheinen, als wäre eine wahre Wasserzersetzung rege, deren Hydrogen sich auf den gefrierenden, das Oxygen aber auf den verdampfenden, oder zurückbleibenden, oder die Blasen des Eises unter irgend einer Form erfüllenden Theil desselben, oder nach Umständen mehr oder weniger auf alle zugleich werfe? —

Wir haben einmal angefangen, den Wasserdampf als ein oxygenreicheres Wasser anzusehen. Ist er das, so muss er es wohl überall seyn, also auch da, wo das Wasser bey seiner Verdunstung nicht gefriert, und eben haben wir dafür schon mehrere Data angeführt. Auch folgt von selbst, dass, wenn der Dampf ein oxygenreicheres Wasser ist, das zurückbleibende Wasser, es friere oder nicht, ein oxygenärmeres, oder hydrogenreicheres Wasser sey oder werden müsse. Und dieses zu beweisen, hat mir das nemliche Mittel gedient, was oben die Oxygenaussonderung beym Gefrieren darthun half: das Hornsilber.

Von Scheele c), und schon vor ihm, war es geleugnet worden, dass weisses Hornsilber, vor

c) S. dessen sämmtliche physische und chemische Werke, herausgegeben von Hermbstaedt. B. I. S. 135.

dem Licht geschützt, von der blossen Wärme, selbst wenn es mehrere Monate hindurch auf einem geheizten Ofen lag, irgend eine Veränderung erleide. Er hatte es indess dazu als trocknes Pulver angewandt, und dies erlaubte noch keinen Schluss auf das, was unter Wasser mit ihm vorgehen würde. Wird trocknes Hornsilber doch selbst vom Lichte nur *sehr* langsam geschwärzt, während es, feucht oder nass, so sehr schnell schwarz wird, so dass es gar die Frage ist, ob ganz trockenes Hornsilber in absolut trockener Luft auch nur die mindeste Veränderung vom Licht erleide.

Ich vertheilte also in mehrere Gläser mit *destillirtem* Wasser gleiche Portionen frisch bereitetes Hornsilber, und setzte sie verschiedenen Temperaturen aus. Nur bey einer Kälte, die nahe *an* 0° R. grenzte, behielt es seine Weisse ziemlich; in jeder etwas höheren, wurde es nach längerer Zeit dunkel, und in Temperaturen, wo das Wasser fast kochte, reichten schon 24, ja 12 Stunden hin, es so zu schwärzen, als habe das Licht schon *lange* darauf gewirkt.

Ich habe diesen Versuch äusserst oft wiederholt. Eine kalte Kammer und ein geheizter Ofen ist alles, was dazu gehört; nicht einmal wird er fehlen. Auch mit Hornsilber, was bereits Schwärzung erhalten hatte, habe ich ihn angestellt. Sobald das Wasser an dem kälteren Orte nicht fror, wurde es nie heller, wohl aber an dem wärmeren Orte, so dunkel es schon schien, doch noch dunkler.

Das Licht that hierbey nicht das Mindeste. Es war durch 8 bis 12fache Hüllen von schwarzem Papier völlig abgehalten. Die erste Ursache der Wirkung blieb immer die Wärme, und die zweyte kann man nicht wohl anders suchen, als in dem, was schon folgte; in dem Hydrogen, was wirklich von einer durch die erste (die Wärme), geförderten Wasserzersetzung, zurückbleiben musste, deren Oxygen allein dem Dampf zu seiner Bildung nützen konnte.

Was aber wird aus diesem Hydrogen, wenn eine bestimmte Quantität Wasser ganz im Dampf sich auflöst? — Sind keine Oxydabilien mit ihm in Conflict, so erscheint so wenig Hydrogen als Gas dabey, als sonst auf irgend einer Stufe der Verdampfung, das andere Wasser mochte flüssig bleiben oder frieren. „Ist hier die Quelle des Azots zu suchen, was, und besonders nach PRIESTLEY, ein so unausbleiblicher Begleiter aller Verdampfung des Wassers, und auch seines Gefrierens, ist?" — Wie kommt das Vacuum dazu, auch aus dem reinsten ausgekochtesten Wasser, doch unaufhörlich wieder eine neue Quantität Azot zu saugen, während, zu gleicher Zeit, sich Dampf gebildet hat? — Nach PRIESTLEY's Schilderung d) giebt es für

---

d) S. *Transactions of the American philosophical Society*, Vol. IV. Philadelphia, 1799. p. 11. etc. und VON CRELL's chemische Annalen, 1798. B. I. S. 40. u. f.

den Process gar kein anderes Ende, als was der müde gewordene Experimentator selbst ihm setzt. Die Wegschaffung des alten Gases (und Dampfes) ist immer nur die Veranlassung zur Entstehung einer neuen Quantität desselben. — Man hat schon mehrmals Facta gesammelt, die Meinung zu unterstützen, das Azot sey bloss ein unvollkommenes Hydrogen, ein Hydrogenoxyd, was aber noch zu wenig Oxygen enthalte, um Wasser irgend einer Art zu seyn. Ich wünschte, dass man sich bey dem gegenwärtigen ganz besonders verweilte. Es könnte auf solche Weise möglich werden, früher, als wir selbst das Azot zu componiren oder zu decomponiren verstehen, wenigstens zu wissen, dass, wenn es dereinst gelingt, Hydrogen und Oxygen die Factoren desselben seyn, und ihr Product, das Azot, seine Stelle zwischen Hydrogen und Wasser finden werde *e)*. In Bezug auf unsere Untersuchungen wäre dann die Folge: Hydrogen .... Azot ...., Eis, und Wasser, welches beym Verdampfen zurückbleibt .... Vollkommen neutrales Wasser .... Wasserdampf .... Oxygen.

---

e) Sind Vermuthungen erlaubt, wo nichts, als solche, übrig bleiben, so möchte ich auch noch fragen, ob zwischen Hydrogen und Wasser, nicht auch Carbon, Winterl's Andronie, und dergleichen, ihre Stelle haben? — Man sieht ja sonst die Natur so reich an Combustibilien, die, insofern sie das sind, nur graduell verschieden seyn können, während sie uns nur Ein Comburirendes, (das Oxygen), zeigt.

Die vorige Frage soll indess keinesweges schon behaupten wollen, dass selbst ein Wasser, was auf keine Weise und unter keiner Form, des Hydrogens, mit dem es bey der Verdampfung eines früheren Theils beladen wurde, sich entledigen könnte, schlechterdings auch nicht ferner verdampfen könne. Wenigstens, wo ihm ersteres schon beträchtlich erschwert zu seyn scheint, erfolgt die letztere dennoch. Die Erschwerung selbst aber muss sich am Thermometer wiederfinden lassen, — und die Commission welche die Königliche Societät zu London einst zur Bestimmung der festen Punkte des Thermometers niedersetzte, fand wirklich, dass in Wasser, was schon lange gekocht hatte, die Thermometer merklich höher standen, als in dem nemlichen Wasser, wie es erst zu kochen anfing *f)*; die Hydrogenation des Wassers rückte seinen Kochpunkt eben so weiter hinauf, als sie es, wie wir oben sahen, mit dem Frier- und Thaupunkt desselben thut.

Diese Commission hat auch sonst noch verschiedene Resultate erhalten, die wir für unsern Zweck geschaffen sind. So fand sie, dass, wie oxygenirtes Wasser seinen Frierpunkt tiefer hat, als gewöhnliches oder hydrogenirtes seinen Frier- und Thaupunkt, auch der Dampf seinen Verdichtungspunkt zu Wasser tiefer habe, als das zurückbleibende Wasser seinen Ver-

f) S. Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, B. I. Leipzig, 1779. S. 654.

dampfungspunkt. Sie fand im Mittel einen Unterschied von 0,48° F., und die Extreme waren 0,3° und 0,65° F.

Man sieht überhaupt, dass ich keinesweges darauf ausgehe, und bis hieher darauf ausgehen konnte, aus meinen Beobachtungen den Gefrierungs- wie den Verdampfungsprocess des Wassers vollständig erklären zu wollen. Alles, was ich anführte, lehrte bloss einen chemischen Vorgang kennen, der diese Processe, wo es nur immer möglich ist, begleitet, aber, wie es scheint, auch völlig zurückbleiben könnte, während letzterer, nur retardirter, dennoch fortginge. Dieser Hülfsprocess aller Zustandsänderung, wie wir ihn nennen können, besteht in einer Wasserzersetzung. Nicht das ganze Wasser aber wird zersetzt, sondern nur ein kleiner Theil desselben. Sein einer Bestandtheil wirft sich auf die eine Form des als unzerlegtes übrigbleibenden Wassers, der andre auf die andere Form desselben. Das Hydrogen geht in die concretere, das Oxygen in die minder concrete von beyden ein; jenes bleibt im Wasser zurück oder gefriert mit ihm, dieses geht mit dem anderen Wasser gewöhnlich zu Dampf zusammen. Diese Art von Scheidungsprocess begleitet das Wasser durch alle Grade seiner Temperatur hindurch, vom noch immer ausdünstenden Eise bis zur völligen Verwandlung des Wassers in Dampf. Man muss eingestehen, dass dem Wasser auf jeder Stufe seiner Erscheinung ein Trieb eigen sey, sich zu zersetzen; dass diese Zer-

setzung sobald vor sich geht, als keine andere Ursache es ausdrücklich verhindert, und dass die Wärme auf diesen seinen Trieb zur Zersetzung einen bedeutenden Einfluss habe, indem sie ihn mit ihrer Zunahme vermehrt, und mit ihrer Abnahme vermindert. Wo eine Capacitätsänderung des Wassers Statt hat, wie beym Gefrieren oder Verdampfen, scheint dieser Trieb vorzüglich thätig zu seyn. Er hilft die neuen Zustände selbst realisiren, und ihren chemischen Character haben sie ganz von ihm.

Ich wage hierbey eine Bemerkung über den Zusammenhang der verschiedenen Zustände des Wassers unter einander überhaupt. Ich glaube nicht, dass Eis, tropfbares Wasser, und Dampf, in der Natur streng auf einander folgen, wo sie hier genannt sind, und man meistens wähnt. Der Uebergang in den Dampfzustand ist sowohl dem festen, als dem flüssigen Wasser eigen, und jenes hat, um Dampf zu werden, nicht erst nöthig, durch diesen hindurchzugehen. Er hat auch keinen bestimmten Punkt am Thermometer, bey dem, oder in dessen Nähe wenigstens, er allein möglich wäre. Der Uebergang in den festen Zustand hingegen hat einen solchen, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von jenem. Ich möchte in den drey Zuständen, deren das Wasser als solches, oder doch nahe als solches, fähig ist, nur zwey finden. Unter dem ersten verstünde ich dem Dampf, unter dem andern das concrete Wasser, von dem ich festes und fliessendes für blosse Unterarten ansehen würde. Denn ich sehe das

Wasser bey seiner freywilligen Zersetzung auf der einen Seite beständig in Dampf enden, auf der andern aber giebt es der Zufall, ob es flüssiges Wasser bleiben, oder ob es Eis werden soll. Das letzte scheint auf dieser andern Seite sein vorzügliches Ziel zu seyn, und hinderte nur der Druck der Atmosphäre (des schon vorhandenen Dampfes) die (fernere) Verdampfung, und die Wärme des Mediums das Gefrieren nicht, so würde sich alles Wasser längst in Dampf und Eis geschieden haben.

Auch ist jener freywillige Act der Zersetzung im Eise, (und bereits wegen der niederern Temperatur), schon weit eingeschränkter, als wie das Wasser noch flüssig war. Es scheint ihm ein Punkt nicht fern mehr zu seyn, bey dem er ganz still steht. Ist es aber flüssig, und wird einer sehr grossen Wärme ausgesetzt, so wird auch jener Act ausserordentlich heftig, und endlich erscheint, statt Dampf und rückständigem hydrogenirterem Wasser, — Oxygen und Hydrogen geradezu, und ohne eine weitere Verbindung, wie vorhin, — als Gas. Ich habe hier den schönen Versuch von Cazalet g) vor Augen, in welchem, in einer besonders dazu eingerichteten Geräthschaft, Wasser tropfenweise auf geschmolzenes Glas fiel, welches durch die Ausdehnung seines Dampfs . . . hohle Kugeln aus ihm

g) S. *Rapport général des travaux de la Société philomatique de Paris.* T. II. 1798. p. 59., und Berlinisches Jahrbuch für die Pharmacie auf das Jahr 1800. S. 196.

bilden musste. Diese Kugeln enthielten bey der Oeffnung aber nichts weniger, als blossen Dampf, sondern ein Gemisch aus Oxygen- und Hydrogengas, (mit etwas Kohlensäure), „dass also durch einen höhern Grad von Hitze in diesem Versuche bewirkt wurde, was bey der Electrisirung *h)* des Wassers in den darüber bekannten Versuchen Statt findet."

Hier wurde bloss das Product untersucht. Es sind andere Versuche da, wo blos beobachtet wurde, wie sich der Process selbst ausnahm, obgleich sehr unrecht dies allein. Es sind die bekannten Versuche Leidenfrost's *i)* über den Wassertropfen auf dem glühenden Eisen .... die, nach Ziegler *k)*, und anderen *l)*, kürzlich noch durch Klaproth *m)* eine so schöne Ausdehnung erhalten haben. Je heisser das Metall von einem gewissen Punkte an ist, eine desto längere Zeit erfordert der Tropfen zu seiner Verschwindung; für das

---

h) — und Galvanisirung —

i) S. dessen *De aquae communis nonnullis qualitatibus tractatus.* Duisb. 1756. §. 15 p 30.

k) S. dessen *Specimen de digestore Papini, ejusque structura et usu.* Basil. 1768. 4.; vergl. Lambert's Pyrometrie. Berlin, 1779. 4. 8. 130. u. f.

l) Vergl. Link's Beyträge zur Physik und Chemie, St. II. S. 11. Anm.

m) S. Otto's System einer allgemeinen Hydrographie des Erdbodens. Berlin, 1800. S. 23 — 26.; und Scherer's Allg. Journal der Chemie, B. VII. S. 646 — 651.

Eisen fand Ziegler diesen Punkt = 300° F. Bis zu ihm verschwand der Tropfen immer schneller, von ihm aus aber wieder langsamer, und dies immer mehr, je höher die Hitze stieg. Klaproth fand, dass auf bey blosser Gluth nicht oxydirbaren Metallen (Silber und Platina), der Wassertropfen sich länger erhielt, als auf oxydirbaren, (Eisen). Der Process aber, den Klaproth auf Silber und Platina sah, war derselbe, dessen Producte Cazalet, der, wie man sagen kann, ihn auf Glas vorgehen liess, beobachtete. Ich wünschte, man hätte auch schon bey der Platina eine Vorrichtung angebracht, um die Producte des Processes auffangen zu können. Es müssen nothwendig Gasarten dabey zugegen gewesen seyn.

Bey Cazalet's Glase waren sie Hydrogen und Oxygen. Ob es aber beständig diese seyn werden? — Bey hinlänglich hoher Temperatur gewiss; nur dass diese Temperatur mit der Verschiedenheit der Körper, auf denen das Wasser sich befindet, auch eine andere seyn kann. Bey niederer Temperatur aber ist es zweifelhaft, besonders bey minder oxydirbaren Metallen. Oersted a) hat neulich mit viel Grund vermuthet, dass bey dieser Gelegenheit die Versuche über Verwandlung des Wassers in Stickgas noch einmal zur Sprache

a) S. Gehlen's Neues Allg. Journal der Chemie, B. III. S. 324.

kommen möchten. Ich habe oben selbst die Möglichkeit dazu eröffnet. Wenn das Azot, wie MAYER o) sagt, mehr Hydrogen als das Wasser, aber weniger Oxygen, enthält, also Product einer Wasserzerlegung ist, wo statt des Hydrogens noch ein blosses Oxydule desselben erscheint, so könnte man es überall vermuthen, wo die die Zerlegung bestimmende Kraft, es sey nun die dem Wasser innerliche, oder eine ihm äussere, auf irgend eine Art zu schwach ist, um die Zersetzung bis zur Darstellung des Extrems von Reduct des Wassers, der des Hydrogens, zu treiben. Vor allem fallen, in Bezug auf unseren Gegenstand, hier WURZER's bekannte Versuche p) ein, denen wenig fehlt, genau zu seyn, was ich oben wünschte, und die wirklich Azot, was mit etwas Oxygen vermischt war, gaben. Ich sollte zwar kaum mehr daran denken wollen, dieser Versuche zu erwähnen, da so viele „Widerlegungen" derselben erschienen sind. Man wird es aber doch sehr interessant finden, alle gegen WURZER angestellten Versuche, nochmals mit seinen eigenen genau zu vergleichen, und dabey darauf Rücksicht zu nehmen, ob und wie weit die Temperatur in verschiedenen Versuchen eine verschiedene war, ganz besonders aber, ob, in welchem Grade, und wo, wirklich das eingetröpfelte Wasser auf dem glühen-

o) S. SCHERER's Allg. Journal der Chemie, B. IV. S. 239.

p) S. VON CRELL's chemische Annalen, 1798. B. I. S. 179 — 183., und 275 — 276.

den Metall u. s. w. so ankam, und so bleiben konnte, wie das der Fall seyn muss, wenn es (in mehr oder minderem Grade) der sogenannten langsamen Verdampfung sollte unterworfen seyn können, die nach allem Vorigen die meiste Gaserzeugung mit sich bringen könnte. In der ersten Hinsicht wird man bey sehr hoher Temperatur oft schon Hydrogengas statt des Azots, und in der letztern, ganz und gar keine Beobachtung der zur langsamen Verdampfung erforderlichen Umstände finden. Wo sie Statt hatten, brachte sie der Zufall mit sich. Ein grosser Theil der Versuche gehören überhaupt gar nicht einmal gegen WURZER, da sie das Wasser, entweder als Dampf durch die metallenen Röhren streichen liessen, oder es gar vor dem Versuch mit dem Metall zusammenthaten und nun den Apparat erhitzten; obschon sie auch auf dem ersten Wege bereits Stickgas bekommen hatten, sobald die Metalle die gehörigen waren, wie die früheren Versuche eines Mannes zeigen, der nachmals selbst gegen WURZER experimentirte: VON HAUCH's q). Auch von diesen ist es merkwürdig, dass in ihnen die Erscheinung des Azots nur bey den weniger oxydirbaren Metallen, (Zinn, Bley, und Spiessglanz), Statt hatte; die oxydirbareren, (Zink, Eisen), gaben Hydrogen, und die sehr wenig oder gar nicht zu oxydirenden, (Kupfer, Silber, Gold), liessen die Dämpfe unverändert hindurch.

---

q) S. GREN's Journal der Physik, B. VIII. S. 39 — 41.

Wir kommen zugleich auf eine sehr einfache Erklärung des LEIDENFROST'schen Versuchs selbst. Was nemlich vorzüglich daran zu erklären war, ist die so lange Ausdauer des Tropfens in dieser grossen Hitze, dahingegen derselbe Tropfen bey einer niederern Temperatur sehr schnell verflüchtiget ist. Man erinnere sich zurück daran, dass das Wasser bey jeder Temperatur einen Trieb äussert, sich zu zersetzen. In niederer Temperatur aber erscheint das aus dieser Zersetzung hervorgehende Hydrogen und Oxygen nie frey als solches, letzteres bildet mit einem Theile neutral gebliebenen Wasser Dampf, ersteres mit dem anderen Theile des zurückgebliebenen hydrogenirteres Wasser, vielleicht auch Azot. Ein geringer Process gewährt eine ganze Menge Dampf, der Antheil Wasser, den das Oxygen durch die Verbindung mit ihm verdampfungsfähig (er) macht, ist gross in Verhältniss zu diesem, das Wasser nimmt schnell ab. Ist die Temperatur aber höher und sehr hoch, so geht in dem Maasse auch das Oxygen nicht mehr mit Wasser zusammen, um Dampf zu bilden. Die Kraft der Vereinigung zwischen beyden ist aufgehoben, (durch die Elasticität des Oxygens aufgewogen), und das Oxygen erscheint als Gas, oder, wo Oxydabilien sind, wirft es sich auf diese. Das Hydrogen bleibt auch nicht mehr in dem Maasse mit dem rückständigen Wasser in Verbindung. Es erscheint ebenfalls als Gas, und wie es scheint, erst, noch einigermaassen mit Oxygen, oder, will man lieber, mit Wasser selbst, verbunden, ganz als Azot, später zum Theil schon als Hydro-

gen r), und endlich ganz als solches; alles, während der Decompositionsprocess des Wassers immer lebhafter wird. Man sieht, wie bey der grössern Hitze die zum Dampf erforderliche, oder seiner Bildung doch behülfliche, Quantität Oxygen nach und nach immer mehr aussenbleibt, indem sie, ohne sich mit dem Wasser zu verbinden, unmittelbar als Gas erscheint. Dieses Wasser muss daher im Maasse seiner Umgebung, und in dem Grade, als dies seine Verdampfung aufhält, zurückbleiben. Der Decompositionsprocess des Wassers aber, insofern er im Gase ausschlägt, consumirt, auch wenn er noch so heftig wäre, doch nie so viel Wasser, als zu der Zeit, wo er nur schwach ist, sein Oxygen aber ganz allein mit Dampfbildung und Förderung beschäftiget ist. — Es kommt indess noch etwas anderes hinzu.

---

r) Desormes fand, dass in Wasser, welches im Papinianischen Topfe stark gekocht hatte, Ammoniak erzeugt war. S. *Annales de chimie*, T. XXXVII. p. 311.

Anderes reines Wasser giebt nach mehrmaliger Destillation — Salzsäure. S. . p. 309. 310.

Im Schneewasser fand Bergman ebenfalls Salzsäure, nebst einer Spur Salpetersäure, und beyde im Regenwasser in noch grösserer Quantität. S. dessen *Opuscula physica et chemica*, Vol. I. Holmiae. 1779. p. 87. (*Edit. Nov. Lips.* 1788. p. 85.).

Was sonst noch über Säuren in solchen, einem destillirten Wasser zu vergleichenden, atmosphärischen Niederschlägen, wohin auch der Thau gehört, ist beobachtet worden, wäre zu weitläuftig anzuführen, so sehr es auch die Oxygenseität der Wasserdämpfe und ihrer Gerinnungen würde bestätigen helfen.

Es ist die ungemeine Wärmeconsumtion, die da Statt hat, wo der Zersetzungsprocess so lebhaft ist, dass er ganz in Gasen endigt. Ohngeachtet also das Wasser, da, wo es so eben das Metall berührt hat, eine äusserst hohe Temperatur erhalten hat, so wird doch diese sich wenig fortpflanzen können, indem der grösste Theil von ihr in dem Ueberflusse der Wärmecapacitäten der Gase über die des noch tropfbaren Wassers sogleich wieder verloren gehen muss. Wie gross aber dieser Ueberschuss, wie gross die Wärme, die durch ihn consumirt wird, ist, kann man ganz einfach aus der Menge Wärme schätzen, die bey der Wiederzusammensetzung des Wassers erscheint. Und wieviel wird schon von so viel Gas frey, als zur Erzeugung auch nur Eines Tropfens Wasser nöthig ist? — Ich glaube, Hare *) hatte Platina geschmolzen, ehe diese Menge Gas verbrannt war!

Auch wäre es, ohne eine solche beständige Wiederabkühlung des Wassers, die, da sie die mitgetheilte Wärme jeden Augenblick wieder aufhebt, genauer in einem wirklichen Kälterbleiben des Tropfens von Anfang an bestehen muss, nicht möglich, dass in einer Temperatur, die oft der Weissglühhitze gleich ist, das Hydrogen und Oxygen sich wirklich getrennt erhalten, überhaupt nur aus ein-

*) S. Gehlen's Neues Allg. Journal der Chemie, B. I. S. 506.

ander gehen könnten. Hätten sie wirklich die gleiche hohe Temperatur, wie das Metall u. s. w., so würden sie sich in CAZALET's Versuch z. B. eben so gut gleich wieder zu Wasser vereinigt haben, als ein Gemisch von Hydrogen und Oxygen es thut, in welches man ein glühendes Stück Glas eintaucht *t*).

Es ist ein Haupterforderniss zum Gelingen des LEIDENFROST'schen Versuchs, und somit auch zum Eintritt des höheren Decompositionsprocesses des Wassers, dass sich die Wasserkugel frey bewegen kann. Die Ursache dieser Bewegung kann eben in dem Gase liegen, welches am Punkt der grössten Einwirkung der Hitze des Metalls (des Glases u. s. w.) erzeugt wird, dann eilig in die Höhe strebt, und natürlich an den Seiten des Tropfens den geringsten Widerstand findet, herrühren. Es muss damit das ganze Wasser des Tropfens selbst in Bewegung gesetzt seyn, wie auch die Vertiefung zeigt, die KLAPROTH später an Kugeln aus mehreren Tropfen oben bemerkte. Die Form einer solchen Kugel . . . ist überhaupt den ganzen Versuch durch gerade so, wie sie bey einer bloss von den Seiten sollicitirenden Kraft entstehen muss *u*). Das Gas, was durch sein Aufsteigen diese Sollicita-

t) S. VOLTA's Briefe über die entzündbare Luft der Sümpfe. A. d. Ital. v. KORTUM. Strassburg, 1788. S. 186.

u) Vergl. VOIGT's Magazin, B. IV. S. 646.

tion geben soll, sah KLAPROTH ebenfalls als Schaum auf der obern Fläche der Kugel. Dieser ganze Mechanismus hat noch den andern Vortheil, beständig wieder eine neue Fläche des Wassers mit dem glühenden Metall in Nähe oder Berührung zu bringen. Und dass die Wasserkugel neben ihrer wallenden Bewegung nicht noch eine andere um ihren Mittelpunkt hätte, dazu gehörte ein Zufall, wie man ihn sich da, wo so äusserst leicht nach der einen Seite die Sollicitation stärker ist, als nach der andern, kaum denken kann.

Die Nothwendigkeit der gedachten Bewegung der Wasserkugel zu der längeren Dauer derselben ist eben so begreiflich. Wird sie gehemmt, so dringt die länger auf dieselbe Stelle wirkende Wärme tiefer ins Wasser ein; der Decompositionsprocess, der vorhin bloss an der Grenze von Metall und Wasser im Gange war, wird mehr oder weniger durch die ganze Wassermasse rege, und da er in dieser Verbreitung denn doch auf keinen Fall die Intensität mehr haben kann, wie dort, so verliert er sich, statt in Gase auszugehen, in den Verdampfungsprocess, der sofort die Temperatur nicht über 80° R. kommen lässt, dafür aber das Wasser äusserst schnell verzehrt, obgleich das ihm zum Grunde liegende Quantum von totalem Decompositionsprocess des Wassers hier in gegebener Zeit sogar weit kleiner seyn könnte, als wo er noch allein in Gase ausgeht. Bey gleicher absoluter Grösse dieses Processes wird, wenn er in Verdampfung endet,

in derselben Zeit nahe um so viele Male mehr Wasser, als wo seine Producte ohne Verbindung mit Wasser für sich auftreten, fortgeschafft werden, als die Quantität Wasser, welche das Oxygen des Grundprocesses zu Dampf umschafft, grösser ist, wie die dieses Oxygens selbst. (Einige kleine Correctionen, die, wo schärfer bestimmt werden sollte, noch angebracht werden müssten, können beym blossen ohngefähren Ueberschlag, wie hier, wegbleiben).

Meine frühere Absicht mit vorstehender Abhandlung (S. 262. — 296.) war, ihren Gegenstand auf einem Wege zur Sache einer ernsteren Untersuchung zu machen, auf welchem ich die, welche letztere führen würden, dadurch, dass manches, was ich in Vermuthung liess, sich ihnen in voller Erfüllung zeigte, nur desto enger an sie kettete. Im gegenwärtigen Werke erst wollte ich, was sich aus den in ihr enthaltenen Versuchen streng und wirklicher, als oft in ihr der Schein gelassen ist, ergäbe, aufgestellt in fernere Anwendung bringen. Ich bin indessen hiervon abgehalten worden, durch Umstände, die es interessant genug machten, sie in das Buch mit herüber zu nehmen. Denn eines Theils enthält sie in einer Art von Geschlossenheit, die doch dem Gegenstand mit dem was ihm verwandt war, bleiben musste, was ich in diesem Werke, ohne sie, nur einzeln hätte citiren können, andern Theils hinge-

gen haben wir nun selbst vorhanden, woraus wir in der Folge doch das Nemliche noch thun können. Die Hauptursache jener Verzögerung aber war, dass, nachdem selbige bereits im vorigen Februar vollendet war, kurze Zeit darauf, mir früher unbekannt, eine Abhandlung eines andern Gelehrten über einen nemlichen Theil ihres Gegenstandes erschien, die mit Resultaten endigte, die, genau genommen, die entgegengesetzten waren von denen, die ich in meinen Versuchen fand. Ich war dem verdienstvollen Verfasser, und noch mehr der Wichtigkeit des Gegenstandes selbst, es schuldig, meine Untersuchungen von neuem aufzunehmen, um nachzusehen, was in unsere Versuche, die noch dazu in nahe gleiche Zeit gefallen seyn mussten, diesen Unterschied gebracht haben möge. Zwar habe ich dies bis jetzt noch nicht entdecken können, und ich wünsche deshalb, dass ihr Verfasser bey kommender guter Gelegenheit, seine Arbeit ebenfalls fortsetzen möge. Was ich indess sah, war, dass bey der wiederholtesten Anstellung meiner und auch anderer Versuche, unter den möglichst reinsten Bedingungen, ihr Ausgang doch constant derselbe blieb, wie früher.

Der Titel der gemeinten Abhandlung ist: *Fluida, inprimis aquam, ubi temperiei vicissitudini subjiciantur, non formae solum, sed chemicae etiam relationis mutationem subire demonstratur. Dissertatio physica quam . . . . d. XV Martii clIↃIↃCCCV publice defendet C. G. G. KASTNER, Ph. D. Jenae*, 1805. 4. 14 S. Das gemeinschaftliche Re-

sultat ihrer Versuche ist durchaus, dass das Wasser, bey seinem Gefrieren, Hydrogen abgebe, welches mit ihm zusammengebrachte Desoxydabilien reducirt, eben so, dass bey der Verdampfung des Wassers, dasselbe Oxygen abgebe, welches vorhandene Oxydabilien oxydirt. Dies kam also mit Von Arnim's Ansicht (s. S. 260. oben), überein. Meine Meinung war im Gegentheil, dass das Wasser, bey seinem Gefrieren, Oxygen abgebe, und mit ihm zusammengebrachte Oxydabilien oxydire, während das diesem Oxygen entsprechende Hydrogen, mit dem Wasser selbst zu Eis zusammengebe, also keine Wirkung nach aussen haben könne; wieder: dass beym Verdampfen, das Wasser nicht Oxygen, sondern Hydrogen, abgebe, was in der zurückbleibenden Flüssigkeit Desoxydabilien reducire, während das diesem Hydrogen entsprechende Oxygen mit dem verdampfenden Theil selbst eben, zu Dampf zusammentrete, folglich wieder nicht nach aussen wirken könne eher, als der Dampf nicht wieder zum Tropfbaren zurückgebracht wird, wo nun erst Oxygen an und aus ihm frey wird, und alles das giebt, was S. 277. u. f. erwähnt worden ist. Die Versuche, welche mich hierauf leiteten, hat man S. 266., 273., 275., und 280., gesehen.

Das erste, wodurch mir Kastner's Versuche, als reine, verdächtig wurden, waren die, nach allem, was ich selbst beobachtet hatte, ungewöhn-

lich grossen Quantitäten von Oxygen und Hydrogen, die in den meisten von ihnen oxydirend und reducirend zugegen sind. So z. B. sah er eine beträchtliche Portion gelbes Eisenoxyd nach 8maligem Gefrieren von Wasser über ihm, bis zum bläulichen Oxyd zurückkommen. Die wiederkehrende Kälte in der letzten Hälfte des Merz gab mir Gelegenheit genug, selbst nachzusehen. Ich wiederholte den Versuch, erst bey offenen Gläsern, dann in solchen, in denen das Wasser oder die Mischung aus Eisenoxyd und ihm, mit einer gegen $\frac{1}{2}$ Zoll starken Schicht des besten reinsten Mandelöls übergossen war v). Letzteres geschah, um jeden möglichen Beytritt atmosphärischer Luft, und zwar durch eine isolirende Substanz, die also selbst zu keinen neuen Processen Anlass geben konnte, abzuhalten. Zu jedem Versuche wurden mehrere Gläser völlig auf die gleiche Art vorbereitet. Einige kamen dann in die zum Gefrieren nöthige Kälte, andere blieben an einem Ort, wo die Temperatur nicht über 5° R. stieg. Das Eisenoxyd hatte ich aus schwefelsaurer Eisenauflösung, die lange an der Luft gestanden, genommen, und vorher aufs beste ausgewaschen. Beständig wurde dieses Oxyd in den Gläsern, welche gefroren, gelber, röthlicher, also noch oxxdirter. Vom Gegentheile, oder einer

v) Dieses Oel ist vollkommen frey von Säure, die man sonst in andern Oelen häufig findet. Vergl. m. Beyträge, B. II. St. 1. S. 80. 81.

fortgehenden Desoxydation, habe ich nie das Mindeste wahrgenommen.

Ich schlug nachmals schwefelsaures Eisen durch Ammoniak nieder, und brachte das schwärzlichbraune wohl ausgewaschene Oxyd in den Versuch. Jederzeit wurde dieses Oxyd, während der Eisbildung im überstehenden Wasser, in gelbes und rothes umgewandelt. In den nicht zum Gefrieren gebrachten Gläsern hingegen behielt es seine vorige dunkle Farbe vollkommen, und zeigt dieselbe noch heute, über einen Monat nach jenen Versuchen; auch das oxydirtere in den in der Kälte gewesenen Gläsern hat seinen Oxydationszustand seitdem nicht wieder verändert, und ich glaube, man kann solche Präparate, (unter Mandelöl, und dann diese Gläser verstopft,) Jahrelang aufbewahren.

Eine der schönsten Bestätigungen meiner früheren Resultate aber fand ich an dem weissen blausauren Eisen. Diese besonders durch Proust w) bekannter gewordene Verbindung von Blausäure und Eisenoxyd im Minimum seiner Oxydation, ist durch seine schnelle Farbenumänderung in Blau beym geringsten Zutritt von Oxygen, vielleicht eines der empfindlichsten Reagentien für diesen Stoff, was die Chemie überhaupt aufweisen kann. Sonst schon häufig mit ihr umgegangen, kam ich darauf, sie auch bey der gegenwärtigen Untersuchung zu gebrau-

w) S. *Annales de Chimie*, T. XXIII. p. 88. etc.

chen, und in der That verdanke ich ihr, wenn ich noch so sagen darf, die entscheidendsten und ausgezeichnetesten Präparate von allen.

Ich brachte möglichst gut bereitete grüne schwefelsaure Eisenauflösung, mit ausgekochtem destillirtem Wasser verdünnt, in völlig gleichen Portionen in verschiedene Gläser, übergoss sie mit hinlänglichem Mandelöl, und erst durch dieses hindurch brachte ich zu der Eisenauflösung, abermals gleich abgemessene, aus frühern Versuchen gerade zur Niederschlagung alles Eisens in jedem Glase hinlänglich befundener, vollkommen reiner Blutlauge. Eine Glasröhre diente, unter dem Oele beyde Flüssigkeiten aufs beste zu vermischen, das Oel selbst aber hielt von Anfang an alle äussere Luft völlig ab. Auf diese Weise gelang es mir, die entstehenden Niederschläge von vollkommen gleichförmigem Teint, und einem ziemlich erhaltenen Weiss, darzustellen. Nur an ein Aussüssen derselben konnte ich nicht denken, da ich dabey in Gefahr war, mit dem Aussüsswasser und seiner unvermeidlichen Berührung mit der Luft, doch so viel Oxygen herbeyzuführen, dass der ganze Niederschlag, den ich ohnehin nur in kleinen Quantitäten anzuwenden hatte, wieder blau geworden wäre.

Von diesen so zugerichteten Gläsern setzte ich einige in die Kälte, andere liess ich an Orten, wo die Temperatur zwischen 0° und 4 — 5° R. blieb, stehen. So oft das Wasser der ersten Gläser gefror, wurde der weissliche Eisenniederschlag auch blau. Er

hatte noch nicht ganz die tiefe Farbe erreicht, die er bey vollkommener Oxygenation an der Luft, oder durch desoxydationsfähige Säuren, zu erhalten pflegt, doch aber war er übrig dunkel genug, um den grössten Abstand in Farbe, und somit Oxygenation, von demjenigen zu bilden, der nicht in die Kälte gekommen war, als welcher sein anfängliches Weiss vollkommen unverändert erhalten hatte.

Noch dunkler, gelang es mir, den Niederschlag darzustellen, als ich die zum Gefrieren bestimmte Menge Gläser in Mischungen von Schnee oder Eis und Kochsalz schnell erkältete, und die Flüssigkeit unter dem Oel, während dem Gefrieren mit einer Glasröhre anhaltend umrührte. So wurden mehr Theile des Niederschlages in die Sphäre der Eisbildung gezogen erhalten.

Ich habe nachmals den Versuch mit bald mehr bald weniger bereits bläulich angelaufenem blausaurem Eisen, und auf ähnliche Art, wiederholt. Es ist aber rein unmöglich, nicht jederzeit den Niederschlag in dem Glase, in welchem die Flüssigkeit gefror, weit dunkler nachmals wiederzufinden, als den in den ungefrornen Gläsern; welcher Unterschied noch mehr in die Augen fällt, wenn man, vor der Vergleichung, erst den Niederschlag in jedem Glase, durch Umrührung der Flüssigkeit mit einer Glasröhre, durch das ganze Glas verbreitet, und dann die Gläser gegen einander hält.

Ich glaube, dass diese letztern Versuche, die mit dem weissen blausauren Eisen, noch um so mehr

beweisend sind, da hier an kein schon vorher in der Flüssigkeit enthaltenes freyes Oxygen, gedacht werden kann, als welches das weisse blausaure Eisen schon vor dem Gefrieren, wegen seiner ausserordentlichen Begierde, sich mit solchem zu verbinden, längst an sich genommen haben musste, und wirklich genommen hatte, denn allein von der nöthigen Verdünnung der an sich sehr gesättigten, und im möglichsten Minimum der Oxydation seines Eisens befindlichen grünen schwefelsauren Eisenauflösung, und von mit dem Verdünnungswasser, aller Vorsicht ohngeachtet, doch in einigem geringem Maasse mit herbeygebrachtem Oxygen, rührte es her, dass der Niederschlag nicht schneeweiss ausfiel, was sobald der Fall ist, als man concentrirte grüne schwefelsaure Eisenauflösung mit concentrirter Blutlauge, unter Oel zusammenmischt, oder sonst nach der Vermischung gleich gut verwahrt.

Wie nun nach allem diesem noch es zweifelhaft seyn kann, dass wirklich das Eis als ein *hydrogen*reicheres Wasser zu betrachten sey, sehe ich nicht ein. Denn kam, wie wir eben fanden, das Oxygen, was die beygebrachten Oxydabilien oxydirte, nicht von der Luft, oder sonst aus einer blossen Adhäsion an das Wasser, so musste es nothwendig Bestandtheil des neutralen Wassers selbst gewesen seyn. Wie aber das Wasser, zu dem er gehörte, ihn verlor, musste eben so nothwendig auch sein anderer Bestandtheil, das Hydrogen, frey werden, dieses aber sieht man nicht erscheinen,

wohl an seiner Statt aber Eis, was folglich *selbiges* durchaus enthalten muss.

Für einen directen Beweis hiervon, *können* schon die S. 266. u. f. beschriebenen Versuche gelten, wo hydrogenirtes Wasser früher gefriert, als anderes, und noch mehr, oxygenirtes. Auch habe ich geradezu mit Eis reducirt. Ich liess ein sehr reines in destillirtem Wasser entstandenes *und* möglichst blasenfreyes Eis, über etwas blendendweissem Hornsilber, im völlig Dunkeln, während beständigem Durcheinanderreiben beyder in einem Glasmörser, mittelst gläserner Pistille, aufthauen, und verglich nachher das aus dem Wasser sich wieder zu Boden gesenkte Hornsilber mit einer gleichen andern Portion, die eben so lange unter nicht gefrornem Wasser gestanden hatte. Die erste Portion Hornsilber war bereits sehr grau geworden, während die letzte noch ihre vollkommene anfängliche Weisse hatte. Dies Eis wirkte also auf das Hornsilber genau, wie S. 280. Das nach dem Verdampfen zurückgebliebene Wasser, und das nemliche Hornsilber, was, während Wasser über ihm gefriert, oxydirter, weisser, wird, (s. S. 273.), wird reducirter, dunkler, wenn Eis über ihm aufthaut. Ich hatte früher schon, (eben bey Gelegenheit von S. 275. 276.), gesehen, dass mässig dunkel angelaufenes, nachmals während dem Gefrieren von Wasser über ihm aber heller gewordenes Hornsilber, doch beynahe alle seine Weisse wieder verloren hatte, als das Eis über ihm aufgethaut war.

Was ich von S. 298. an gegen KASTNER angeführt habe, betrifft noch bloss den chemischen Zustand des Eises. Wenn es aber überhaupt bereits bewiesen genug ist, dass vom Dampf gerade das Entgegengesetzte von dem gelten müsse, was vom Eise, so ist es auch kaum nöthig, der Oxygeneität des Dampfs, im Gegensatze der Hydrogeneität des Eises, noch besonders wiederholt zu erwähnen. Ich erinnere nur an den S. 280. erzählten Versuch zurück. Dampf lässt das Wasser hydrogenirt (mit reducirender Kraft begabt) zurück; wo soll das diesem Hydrogen entsprechende Oxygen sonst aber wohl seyn, als eben im entweichenden oder schon entwichenen Dampf? — So lange dieser Dampf Dampf verbleibt, wird jenes Oxygen zu seinem Bestande wesentlich gehören, und nicht nach aussen sich äussern können. Sobald er aber zu Wasser, zur Tropfbarkeit, zurückkehrt, wird er dieses sein Oxygen, was er mehr hat, als neutrales Wasser, wieder zur Disposition vorhandener Oxydabilien an sie überlassen können. Aus dem Zustande der innigern Verbindung mit ihm, tritt es wenigstens in den der blossen Adhäsion zurück, und die geringste Ursache stellt es als Oxygengas selbst dar. Vergl. S. 277. 278. x).

Ich wiederhole den Wunsch, dass es KASTNER gefallen möge, seine interessanten Versuche einer

x) Auch die Dampfbleiche gehört eben so hieher, als die gleiche durch den Frost zurück zu S. 276. und 299.

nochmaligen Prüfung zu unterwerfen, wobey er denn freylich alles weglassen wird, was fremde Actionen ins Spiel bringen kann, z. B. das Quecksilber. Denn zu diesem darf sich, ausser dem Wasser, das mindeste leitende Dritte finden, und sogleich ist eine Galvanische Kette da, deren Producte sich hier am unrechten Orte beymischen. Mehrere seiner Versuche werden sicher bleiben, wie z. B von denen über die Wirkung der Dämpfe auf oxydirbare Substanzen, die doch gerade das Wasser selbst noch nicht zu zersetzen vermögen; es wird hier oxygenirt, insofern der Dampf zu Wasser decomponirt wird, und zu dieser Decomposition ist häufig Gelegenheit genug vorhanden. Die Wirkung des Oxydabils auf das Oxygen des Dampfs muss seine Decomposition noch dazu beschleunigen. —

Ich gehe zu der Ursache, aus der hier überhaupt von dem chemischen in den Zustandsänderungen die Rede war, zurück, und lasse, was die Abhandlung S. 262. u. f. ferner enthält, vor der Hand zur Seite, indem die Folge schon von selbst noch oft genug auf sie zurückkommen wird.

Wir fragten S. 239., ob in der gemeinschaftlichen Spannungsreihe von Isolatoren und Leitern, die der gegenwärtige Abschnitt unsers Werkes dargestellt hat, dieselbe Trennungsfähigkeit der grossen Einen Reihe in Zwey, in eine „erste" und „zweyte" Klasse, vorkomme, wie früher bey der im zweyten Abschnitt aufgefundenen Einen Reihe der Leiter allein? — Nachdem S. 240. u. f. diese Trennungs-

fähigkeit der Einen Reihe in Zwey, erst an einem sehr beträchtlichen Theile ihrer Glieder, jedoch wirklich, vorgekommen war, bewogen uns S. 244. u. f. verschiedene Gründe, nachzusehen, ob, allem Scheine des Gegentheiles ohngeachtet, dieselbe nicht durch alle Glieder der Reihe hindurchgehe? — Es fand sich S. 246., dass es gerade und hauptsächlich Isolatoren, und unmetallische, waren, die im Vorherigen noch nicht der Werdung zweyter Klasse fähig schienen. Alle verband aber Eins, was sie sämmtlich mit einander gemein hatten, ihre Rigidität, Härte, oder Festigkeit. Merkwürdig genug wurde diese auf denselben chemischen Charakter, der diese Fähigkeit, in zweyte Klasse überzugehen, noch immer begleitete, (S. 247 — 259.) dadurch verdächtig, dass, wie bey den Leitern Oxydabilität, bey ihnen der Grad ihrer Rigidität, die Electricitäten bestimmte, welche sie beym gegenseitigen Conflict erhalten sollten, ja beym Zusammenkommen von Isolatoren mit Leitern vertrat durchaus die Rigidität die Stelle der Oxydabilität, und umgekehrt. Rigidität wiess sich somit als ein Aequivalent von Hydrogeneität aus; eine Gleichung, die nothwendig Gegenstand der Chemie musste werden können. Wir versuchten sie darauf zu behandeln, und gingen dazu an die Quelle aller Krystallisation, die des Wassers, zurück. Die S. 262. u. f. aufgenommene Abhandlung hat, nachdem sie zuerst den bis daher sehr für sie geahneten Magnetismus so gut wie völlig davon ausgeschlossen, einen Einfluss auf dieselbe zu haben, S. 266. u. f., wo

sie glücklicher mit dem Electricismus war, wirklich und streng genug dargethan, dass in der That das Eis, als ein rigideres Wasser, zugleich ein hydrogeneeres, und so im Gegentheile der Dampf, als ein fluideres, zugleich ein oxygeneeres sey, und was sich ungeahnet diesem schönen Satze, und kaum nach seiner Vindicirung schon, entgegensetzen wolle, hat S. 298 — 306. nur gedient, demselben eine noch höhere Stärke zu geben. Es käme gegenwärtig bloss noch darauf an, dasjenige zu erweisen, was S. 261. als erforderlich angeführt wurde, damit, was jetzt vom Wasser gültig ist, nun auch von allem, was krystallisirte, gelte.

Wir wollen versuchen, dies zu thun. —

Eine allgemeine Eigenschaft alles Krystallisirten ist, dessen Auflöslichkeit im Wasser. Sie ist zwar in mehreren Fällen so äusserst gering, dass die rohe Beobachtung sie kaum bemerken würde, doch aber fehlt es nirgends an Beweisen, dass sie doch wirklich zugegen sey. Selbst die Metalle sind nicht ausgenommen davon. Die medicinischen Kräfte des mit Quecksilber zusammengewesenen Wassers z. B., sind bekannt genug, und eben so zeigt auch das über Silber gestandene eine Menge Wirkungen, die nur der wirklichen Auflösung eines, wenn auch noch so geringen Theils des Metalls in ihm, zugeschrieben werden können. So weit man irgend nun verfolgen kann, bemerkt man, dass das Festeste, Härteste, oder Rigideste, auch dasjenige ist, was sich am schwersten in ihm auflöset, das am wenig-

sten Feste oder Rigide aber am leichtesten von ihm aufgelösst wird. Man vergleiche alle weicheren Salze, die zugleich auflöslicher sind, gegen die härteren, die es zugleich weniger sind. Von dem Eise, als einem der weichsten Körper, kann man sagen, dass es am allerauflöslichsten im Wasser sey; eine gegebene Menge Eis kann sich durch die blosse Wärme in sich selber auflösen, und befindet sich bey der mittleren Temperatur der Atmosphäre beständig in diesem Zustande seiner Auflösung.

Ich habe, soviel die vorhandenen Beobachtungen es erlauben wollten, die Auflöslichkeiten der verschiedenen Salze in Wasser mit einander verglichen, und dabey beständige Rücksicht auf den Grad ihrer Hydrogeneität oder Oxygeneität, so gut sich diese bestimmen lässt, genommen. Und in der That, es ist ein ziemlich weit vollkommen gültiges Gesetz, dass die hydrogeneeren Stoffe constant schwerauflöslicher sind, als die oxygeneeren. Je oxydirter eine Substanz, desto auflöslicher ist sie.

Je höher die Oxydation eines gegebenen Metalls, desto mehr lösst sich von ihm in Wasser auf. Beyspiel: Arsenik, Arsenikoxyd, Arseniksäure. Eben so, je höher die Oxydation eines gegebenen unmetallischen verbrennlichen Körpers. Beyspiel: Schwefel, schweflichte Säure, Schwefelsäure. Je oxydirter in einem gegebenen metallischen Mittelsalz das Metall ist, je auflöslicher ist auch das Salz. Beyspiel grünes, rothes schwefelsaures Eisen. Je

mehr Säure in der Verbindung, desto auflöslicher ist das Salz. Beyspiel: schwefelsaures Kupfer mit dem Minimum, und mit dem Maximum von Säure. Je vollkommener die Säure in der Verbindung, desto auflöslicher ist das Salz. Beyspiel: schwefligtsaures, und schwefelsaures Kupfer. Eben so sind sämmtliche erdigte Mittelsalze um so auflöslicher, je mehr Säure in der Verbindung. Beyspiel: phosphorsaurer, und saurer phosphorsaurer Kalk. Wieder, je vollkommener oder oxygenirter die Säure ist. Beyspiel: alle Sulfites, und Sulfates; alle Nitrites, und Nitrates; alle Muriates hyperoxygènés, Muriates oxygènés, und Muriates. Bloss die Phosphites in Bezug auf die Phosphates geben Anomalien, die indess, nach dem Vorigen, mehr in hier besonders möglichen Beobachtungs - oder Reinigkeitsfehlern zu suchen seyn möchten, als in wirklichen Abweichungen der reinen Salze vom Gesetz. Auch ist gerade diese Klasse von Salzen noch der wenigsten Aufmerksamkeit, in Hinsicht ihrer Auflöslichkeiten, gewürdigt worden.

So schiene also durchaus höhere Schwerauflöslichkei einer höhern Hydrogeneität parallel zu gehen. Wieder aber geht die erstere einer höhern Rigidität parallel, oder wenigstens höherer Festigkeit oder „Cohäsion", wenn man zwischen dem Zustande eines Metalls, und eines Salzes oder Steines, die beyde fest sind, anders Unterschiede setzen will; — von denen wir auch wirklich in der Folge noch sprechen werden, indem wir sie als im Wesentlichen

Null, und nur der äussern Erscheinung nach, als Differenzen aufzeigen werden.

Aber es giebt dennoch eine Klasse von Salzen, die das oben für alles, was Metall und Erde zur Basis hatte, gültige Gesetz nicht behaupten, sondern vielmehr gerade das umgekehrte, d. i. die Auflösbarkeit eines Neutralsalzes, welches Alkali zur Basis hat, nimmt ab, je höher der Oxydationszustand der Säure ist. Beyspiele sind alle alkalische Sulfites und Sulfates; alle solche Nitrites desoxygènés, blosse Nitrites, und die Nitrates; alle gleiche Muriates, Muriates oxygènés, und Muriates hyperoxygènés; alle dergleichen Phosphites und Phosphates. — Das Resultat an sich ist sehr interessant: es zeigt uns an, worauf wir ebenfalls in der Folge näher zurückkommen werden, dass alles, was die Chemie früher Erde hiess, in der That generisch verschieden sey von dem, was sie Alkali nannte, und dass somit es falsch gewesen sey, in neuerer Zeit Kalk, Baryt und Strontian, wohin man, nach erwiesener Auflöslichkeit im Wasser, und anderen mit diesen Erden gleichen Eigenschaften desselben, jetzt auch den Talk noch zu rechnen hätte, zu den Alkalien zu zählen, da diese Erden sämmtlich sich genau verhalten, wie auch Thon, Glucine und andere, und die sämmtlichen Metalloxyde, während der sich entgegengesetzt verhaltenden Stoffe nur drey sind, Kali, Natron, und Ammoniak.

Doch muss aber eben diese Abweichung, dies entgegengesetzte Verhalten der Alkalien, und der

Erden und Metalloxyde, Ursache für uns werden, aus ihren Auflöslichkeitsverhältnissen kein ganz allgemein gültiges Argument für den Satz, dass alles Krystallisirbare, indem es krystallisire, sich zugleich hydrogenire, zu ziehen, so häufig wir auch Hydrogeneität und höhere, mit Krystallisabilität und höherer, zusammen antrafen. Dieser Versuch wäre uns also noch nicht gelungen.

Wir gehen zum zweyten, welcher glücklicher ausfallen wird, wiewohl, was Resultat war, uns noch wichtig werden könnte. — Im Vorigen sahen wir bloss auf die chemische Natur, die der Körper auch schon vor der Auflösung, oder umgekehrt, schon vor der Krystallisation, hatte. Gegenwärtig aber wollen wir den Krystallisationsact selbst vornehmen, indem wir auf ihn Kräfte einwirken lassen, die chemische Veränderungen, und entgegengesetzte, in der zu krystallisirenden Flüssigkeit hervorbringen. Die erste, welche sich uns hier darbietet, ist die Electricität, und zwar, was übrigens Eins ist, der Volta'schen Säule. Schon S. 266. sahen wir, das Hydrogen, was letztere an ihrem negativen Pol im Wasser gab, dessen Krysallisation befördern, das Oxygen des positiven Pols im Gegentheile sie aufhalten und vermindern. Es wurde später gewiss, dass, wo das Wasser früher gefror, wirklich Hydrogen in selbiges mit eingegangen war. Wir lassen an die Stelle des Wassers andere krystallisirbare Flüssigkeiten zwischen die Pole der Säule treten. Es sind dergleichen eine Menge

in ihrem Kreisse gewesen, und wo das Aufgelösste krystallisirte, geschah es auch beständig am negativen, nicht am positiven Pol. Auf diese Weise hat man sämmtliche in reinem Wasser auflösbare Erden an diesem Pole, (dem negativen), in Krystallen erhalten; erdigte Salze, z. B. schwefelsauren Thon, metallische, z. B. grünes schwefelsaures Eisen, sind an ihm zu Krystallen angeschossen. Auch alkalische, wie salzsaures Natrum, habe ich zuerst auf seiner Seite, sich krystallisiren sehen, und es ist selbst die Frage, wo der bekannte Versuch der Krystallisation des kohlensauren Kali durch electrische Schläge, hingehört.

Hier bewirkt offenbar das Hydrogen dieses Pols, des negativen, die Krystallisation, und wie wohl anders, als durch eine Verbindung seiner selbst mit dem zu krystallisirenden Salze . . . . Ja wirkte es auch bloss desoxydirend auf das ihm dargebotene Salz, wäre das Niedergeschlagene, ohne unmittelbar ein Hydrogenirtes, bloss ein minder Oxydirtes, so bleibt die Folge daraus doch dieselbe, denn es ist das völlige Aequivalent eines Hydrogenirten entstanden, u. was bey alkalischen Salzen etwa, dem im vorigen Versuche bekommenen Resultate widersprechen könnte, kann dann nur zeigen, dass der Antheil Oxygen, der dem Salz durch Hydrogen entzogen wird, damit es, jetzt krystallisirbarer, wirklich krystallisire, ein anderer, anders verwendeter, sey, als derjenige, der, wo alkalische Salze vorher durch Oxygenation krystallisirbarer wurden, mit ihnen in Verbindung ist.

Eine zweyte Kraft, die chemische, entgegengesetzte, und denen ganz ähnliche Veränderungen in Flüssigkeiten, welche die beyden Pole der Säule bewirkten, hervorbringt, ist das Licht. Ueberall, wo es auf Körper wirkt, und nur insofern wirkt es auf sie, als es von ihnen gebunden wird, geht dieses ungefärbte indifferente Licht dazu in Pole auseinander, die genau so Oxygen und Hydrogen, beyde separirt, in ihnen setzen, wie jene Säule. Vergl. m. Beyträge, B. II. St. 3. und 4. §. 103., 105., und 107. Wir haben oben S. 284. im Wasser einen schon von ihm selbst erfolgenden Act gesehen, nach dem es beständig in Oxygen und Hydrogen chemisch zu polarisiren sucht, und die Eiswerdung desselben auf der einen, und die Dampfwerdung auf der andern Seite, Processe, die sich beständig zu begleiten suchen, sind selbst als Folgen der Verwendungen des wirklich vom Wasser dargestellten Hydrogens für das erste, und des Oxygens für das zweyte, erschienen. Das Licht setzt diesen chemischen Polarisirungsact in jeder Flüssigkeit, oder in jedem Körper, der eines Auftritts von Oxygen und Hydrogen in oder an ihm fähig ist, von neuem. Er addirt sich zu dem schon von selbst vorhandenen, und verstärkt ihn. Daher der ungemeine Einfluss, den das Licht auf Krystallisation wie auf Verdampfung hat. Jene setzt es durch seinen Hydrogenpol, der im Farbenbild des Prisma auf dessen violette Seite fällt, diesen durch seinen Oxygenpol, der im gedachten Bilde auf dessen rothe Seite fällt. Und dieser Ein-

fluss ist vollkommen allgemein, und geht auf metallische und erdige, wie auf alkalische Verbindungen. Die Verhandlungen, die einst von Petit an über den Einfluss des Lichts auf Krystallisation und Efflorescenz von Salzen geführt wurden, sind noch in einiger Erinnerung. Sie betreffen meist alkalische Neutralsalze, also gerade solche, auf deren gleiches Verhalten mit den übrigen uns, um ein allgemeines Gesetz zu erhalten, vorzüglich ankam. Auch sind sie durch die verschiedenen Gegner, welche sie hatten, nicht aufgehoben worden. Diese haben bloss dargethan, dass, was das Licht bewirke, unter gehörigen Umständen auch ohne alles Licht geschehen könne; welches aber wieder gerade ist, was sich aus unsern eigenen Untersuchungen (s. die obige Abhandlung) schon ganz von selbst ergiebt. Das Licht verstärkt nur, und Versuche, unter sonst völlig gleichen Umständen, im Dunkeln und zugleich im Hellen angestellt, geben immer ein Uebergewicht im Erfolge der letzteren, und ein grosses. Es bleibt dabey, was sonst schon durch die schönsten Versuche ausgemacht war, dass das Licht, auch beym blossen Wasser schon, die Verdampfung befördere, zugleich aber auch die Krystallisation. Selbst auf vorhandenen Dampf wirkt es auf gleiche Art. Mit seinem einen Theile präcipitirt es den Dampf zum Tropfbaren, mit seinem anderen steigert es den Dampf noch mehr, und Wasserdämpfe verhalten sich hier, wie Quecksilberdämpfe, und diese wieder wie Phosphordäm-

pie y), u. s. w. (Dorthes, Messier, Boechmann, und andere.) Alles dem correspondirend, was früher bloss über die Natur der Wasserdämpfe in Bezug auf die des tropfbaren Wassers, und wieder über dieses Natur in Bezug auf die des Eises, ausgemacht war, und hier ganz allgemein. Dampf erscheint überall als ein Oxydirtes von seinem Tropfbarflüssigen, und dieses wieder als das Oxydirte von seinem Festen. Daher auch ferner noch die zu aller Krystallisation, wo das von dem auf sie verwandten Hydrogen zurückbleibende Oxygen, sich mit keinem zurückbleibenden Salze . . . . verbinden kann, so vortheilhafte Verdünstungsfreyheit der Flüssigkeit, wovon ein schönes Beyspiel, und gerade an einem alkalischen Neutralsalze wieder, Campbell's Beobachtungen über die Krystallisation des schwefelsauren Natrums im Grossen sind z).

So wäre denn jetzt der Versuch gelungen, durch alles Krystallisirbare hindurch den Eingang oder Auftritt eines Antheils Hydrogen in oder an dem Krystallisirenden wirklich nachzuweisen, wenn auch die Beobachtungen, aus denen es geschah, vielleicht nicht die häufigsten waren. Denn wo der Zufall nur

---

y) Diese bilden, wie Wasserdämpfe bey ihrer Decomposition zur Zeit des Winters, sogleich feste Gestalten, die überdies noch denen völlig gleich sind, welche Wasserdämpfe im Schnee, im Reif, und sonst, zu geben pflegen.

z) S. Gilbert's Annalen, B. XVI. S. 246.

die Beobachtung möglich machte, war sie auch wirklich da, und es ist nicht zu zweifeln, dass dieser Gegenstand einst einen der wichtigsten und reichsten der ganzen Chemie ausmachen werde.

Es wäre nun noch darzuthun, dass auch mit der steigenden Rigidität, die Hydrogeneität wachse. Hierzu wird folgende Betrachtung einstweilen hinlänglich seyn, — denn auf den Gegenstand selbst kommen wir im folgenden Abschnitt noch einmal, und von einer andern Seite zurück. Ich habe oben S. 308. von der Auflöslichkeit fester oder rigider Körper in Wasser gesprochen. Ein merkwürdiges Gesetz, und was, so viel ich gesehen, völlig allgemein gilt, aber ist, dass sich die Auflöslichkeit eines Körpers in Wasser verhält, wie die Menge desjenigen Wassers, was er unter dem Namen seines Krystallisationswassers zu enthalten oder aufzunehmen vermögend ist, mit andern Worten, dass dieses Krystallisationswasser im umgekehrten Verhältniss stehe, mit dem nachher zu seiner Auflösung erforderlichen. Wieder also bedarf ein Körper um so weniger Krystallisationswasser, je fester, härter, rigider, er ist a), denn desto mehr Wasser erfordert er auch zu seiner Auflösung. S. S. 309. Wir wollen sehen, welchen Sinn dies habe.

---

a) Vergleiche hierzu auch das sehr interessante Beyspiel der gewöhnlichen *Chaux sulfatée*, und der sogenannten *Chaux sulfatée anhydre*, auf Taf. XXI.

Wasser leitet Electricität in einem gegebenen Grade. Es leitet aber, insofern es decomponibel, polarisirbar ist, in Hydrogen und Oxygen; und seine Leitung und Decomposition sind sogar da Eins, wo während seiner Leitung weder Hydrogen noch Oxygen, frey für sich selbst oder auch nur in ferneren Wirkungen auf das sie umgebende Weitere, erscheinen. Vergl. m. Beyträge, B. II. St. 3. und 4. §. 141. Die Decomponibilität des Wassers wird erhöht, sobald sich Körper, die vorher fest oder rigid waren, in ihm aufgelösst befinden. Daher schon Brunnenwasser besser leitet, als reines destillirtes, Kochsalz- und Salmiakauflösung besser wieder, wie dieses, und so fort. Setzt man zu verschiedenen gleich grossen Quantitäten von Wasser, gleiche Theile verschiedener in ihm und völlig auflösbarer Stoffe, so wird man immer dasjenige Wasser, in welchem der rigidere sich aufgelösst befindet, stärker leiten sehen, als das, in welchem der minder rigide aufgelösst ist. So leitet eine Auflösung von Kalk in Wasser weit besser, als eine Auflösung von gleich viel Kochsalz in Wasser. Je rigider also der aufgelösste Theil war, desto decomponibler ist das Wasser in der Auflösung zugegen. Dieses ist zugleich dieselbe Auflösung, aus der nachmals der aufgelösste Stoff sich wieder krystallisiren kann, weil er überhaupt nur aus vorheriger Auflösung krystallisirt. Je rigescibler also der Stoff, desto decomponibler ist auch das Wasser bey seiner wirklichen Rigescenz oder Erstarrung zugegen. Wir haben aber

in der Abhandlung S. 262. u. f., so auch in Mehrerem des ihr Folgenden, gesehen, dass auf dieser Decomponibilität des Wassers, ja seiner wirklichen freywilligen Decomposition schon, die durch den Grad der Rigidität des im Wasser aufgelösten Stoffes ebenfalls erhöht werden muss, da beydes Synonime sind, Rigescenz eines im Wasser Aufgelössten überhaupt beruhe, indem dasselbe das Hydrogen von dieser freywilligen, durch seine Gegenwart erhöhten Decomposition, bey seiner Rigescenz in sich selber aufzunehmen hat. Nun muss sich aber dieses Hydrogen, seiner Menge nach, verhalten, wie die Grösse des freywilligen Decompositionsacts selbst. Wie diese verhält sich aber auch die Rigidität des aus der Auflösung nachmals Krystallisirten, und immer geht jenes Hydrogen in dieses Krystallisirende selbst mit ein. Ohne Weiteres also verhält sich auch die Menge des in gleich viel Krystallisirendes eingehenden Hydrogens, wie die Rigidität des Krystallisirten selbst.

Unsere Gleichung: Rigidität = Hydrogeneität, ist demnach, so weit sie überhaupt hier dargethan zu werden nöthig hatte, aufs möglichst beste und vollständigste bewiesen. Auch werden wir noch dahin gelangen, sie selbst von neuem wieder commentiren zu können, und dieser Commentar wird der Art seyn, dass er alles, was hier noch dunkel oder übergangen möchte zurückgelassen scheinen,

in Ordnung und Harmonie mit dem übrigen bringen wird.

Wenn nun, wie S. 246. aussagte, das Merkmal der Rigidität, alle diejenigen Körper, besonders Isolatoren, verbindet, welche sich früher noch von der Fähigkeit, in zweyte Klasse überzugehen, auszuschliessen schienen; — die gegenwärtige Uebersetzung der Rigiditäten in Werthe von verhältnissmässigen Oxydabilitäten oder Hydrogeneitäten aber, in eben dieser Oxydabilität die Möglichkeit dessen, was, soweit wir sehen konnten, noch überall die Werdung zweyter Klasse, als gleichsam deren Hauptbedingung, begleitete, des „chemischen Processes," bey dem der vorher nach der ersten Klasse positive Körper jetzt oxydirt und negativ, der andere negative Körper aber jetzt desoxydirt und positiv wird, aufgezeigt hat: so ist damit nun wirklich bestätigt, was S. 244. bloss noch wahrscheinlich wurde, nemlich: dass in der That alle möglichen Glieder der Grossen Einen Spannungsreihe sämmtlicher Körper auf Erden, des Ueberganges in „zweyte Klasse" fähig sind b). —

b) Noch ein Argument für die überall, und selbst wo Hydrogeneität und Oxygeneität der Art, wie sie an den Metallen und wässrigen Flüssigkeiten . . . ., und wieder der Art, wie sie am Rigiden und minder Rigiden oder dem Fluiden, vorkommt, aufzuhören, oder wenigstens dem Ort in der grossen Einen Spannungsreihe nicht proportional mehr scheint, verbreitete Möglichkeit

Wir schliessen also diesen Abschnitt mit dem Resultat, dass alle möglichen Körper auf Erden, die Leiter wie die Isolatoren, die metallischen wie die unmetallischen Substanzen, und alle in Verbindung, Ein gemeinschaftliches

---

der Werdung zweyter Klasse, habe ich in m. Beyträgen, B. II. St. 3. und 4. §. 135. S. 280 — 285, wo ich die hier erhaltenen Resultate zu besonderem Zweke zu verwenden hatte, aus der Fähigkeit fast aller Körper, und vorzüglich der auf hinlängliche Oxydabilität oder Rigidität etwa am meisten verdächtigen, nach der Aussetzung ans Licht im Dunkeln wiederzuleuchten, hergenommen, indem ich selbige auf einen doch an ihnen vorhandenen Grad wirklicher chemischer Oxy- und Desoxydirbarkeit zurückführen konnte. Ich habe desselben aber hier nicht näher erwähnen wollen, da es, wie ich glaube, sich erweisen lässt, dass die auf solche Art an den Körpern entdeckte Hydrogeneität oder Oxydabilität, und Oxygeneität oder Desoxydabilität, im Grunde doch keine andere ist, als welche schon durch solche offenbare Hydrogeneität und Oxygeneität, wie an Metall und Wasser, oder durch die erst von S. 259. (oben) an, in höherer und niederer Rigidität, oder Rigidität und Fluidität, verstekt gefunden, gegeben ist. So leuchten nach Beccaria schon thierische Theile, im Allgemeinen nach dem Grade ihrer Härte oder Rigidität im Dunkeln wieder, wiewohl man letztere an ihnen nur da aus blossen Zerreissungs- oder Trennungsversuchen der wahren einigermaassen sich nähernd finden kann, wo der organische Stoff sich mehr einem identischen Continuum nähert. So ist es z. B. sehr wahrscheinlich, dass die wahre Rigidität der festen Substanz der Haare der cyprischen Katze, die nach von Herbert (s. S. 252. oben) noch mit dem Diamant positiv werden, in der That der

Electrisches System, Eine grosse Spannungsreihe, bilden, die von Einem Gesetz beherrscht wird, dass aber wiederum alle möglichen Glieder der Reihe des Uebergangs in eine umgekehrte Ordnung, in sogenannte Zweyte Klasse, fähig sind, welcher Uebergang in sie indess hier eben so wenig, wie sonst irgendwo, das Gesetz der Wirkung nach der ersten Klasse, oder derjenigen Ordnung, die wir überall zuerst aufstellen, zu schmälern, sondern einzig die nach ihm entstehenden Electricitätsproducte, in ihrer umgekehrten Spannungsvertheilung für die Erscheinung latent zu machen im Stande ist. Durch die ganze Natur waltet Ein Ehernes Gesetz, und wie der grossen Kette unendliche Glieder auch verschlungen wären und würden: die Kette selbst, die sie gefesselt hält, bleibt ewig die alte unveränderliche.

---

des Diamants sehr nahe kommen, ja vielleicht sie wirklich noch übertreffen möge, wenn nemlich nicht hier der oben S. 256. erwähnte Einfluss der verschiedenen Erwärmung beym Reiben, das natürliche Ortsverhältniss des Diamants zu jenen Haaren, beträchtlich genug ändert, damit sie, die sonst „über" dem Diamant stünden, jetzt „unter" ihm zu stehen kämen, wie solches allerdings möglich ist. —

2. Zweiter Abschnitt. System der Leiter.
13. Dritter Abschnitt. System der Isolatoren.
14 Vierter Abschnitt. System der Leiter und Isolatoren.
325 Fünfter Abschnitt.
387 Sechster Abschnitt

selbst seyn möge, darüber kamen nur noch flüchtige Winke vor. Wir bestimmen diesen Abschnitt dazu, nachzuholen, was mit unserm Wissen irgend noch deshalb zurück seyn möchte. Und schon zum voraus kann ich sagen, dass wir auf diese Art noch ein Zweytes System, in allem ähnlich dem bisherigen Ersten, entdecken werden; eine Spannungsreihe, die eben so, wie die der „ersten Klasse," alle Körper auf Erden umfasst.

Doch Zeit und Raum werden nach und nach beschränkter, und es wird uns zu Statten kommen, dass eine Menge umständlicher Erörterungen, bereits vorgegangen sind. Wir sehen die hauptsächlichsten von ihnen, hier nochmals in der Kürze durch.

S. 49. trafen wir zuerst auf den nachmals so wichtig gewordenen Satz: dass in einer Galvanischen Kette, und somit auch in der Säule oder Batterie, nur dann Action Statt habe, wenn wenigstens der eine Leiter erster Klasse in ihr, oder, wenn überhaupt nur einer in ihr vorhanden war, dieser Eine, auch ausserhalb der Kette für sich schon von dem Leiter zweyter Klasse, oder, wenn zwey derselben vorhanden waren, von wenigstens dem Einen derselben, angegriffen, chemisch angegriffen wird, und dass die Action in jener in dem Grade Statt habe, als dies geschieht.

Wir sind im Ausdruck dieses Satzes dem gefolgt, was die Chemie bis daher als chemischen

Process an solchen je zwey Körpern oder Leitern erkannte. Auch sind wir ihr S. 72. in der Bestimmung dessen von je zwey solchen, an dem das zu den Producten dieses Processes gehörige Hydrogen, und dessen, an dem das zu ihnen gehörige und damit sie vollständig machende Oxygen auftritt, gefolgt.

Mit letzterem haben wir der Sache vollends Unrecht gethan, auf die dort gefährten Untersuchungen selbst indess hatte dieses keinen Einfluss, da es gewissermaassen nur, den Körpern Namen zu geben, diente, die wir jetzt bey etwa besserer Einsicht, leicht umwechseln können. Früher es zu thun, war, weil die Untersuchung ohnehin verwickelt genug war, nicht gut und nöthig, gegenwärtig aber wird es uns zum unerlässlichen Geschäft, weil es von nun an auf die Untersuchung selbst von grossem Einfluss seyn wird.

Was die Gegenwart des chemischen Processes zwischen bloss zwey Körpern, die sich nach der zweyten Klasse, nach ihr zugleich mit und im Uebermaass nach ihr, erregen, betrifft, so ist jetzt zu erwähneu, dass auch da, wo die Electricitätserregung nach der zweyten Klasse, der nach der ersten gleich kommt, das Körperpaar also völlig Spannungslos ist, und eben so auch wieder, wo, wie es hiess, *bloss* nach der ersten Klasse, oder dem Gesetz der allgemeinen Spannungsreihe, die wir in den vorigen Abschnitten Vorzugsweise darstellten, erregt wird, wirklicher wahrer che-

mischer Process zugegen sey, nur dass die Chemie bis daher wenig oder nicht auf ihn geachtet hat. Wir übergehen die mancherley Andeutungen hierauf, die wir selbst schon früher gaben, und zeigen geradezu, welches überhaupt die Geschichte des chemischen Processes zwischen zweyen Körpern sey, womit sich zugleich finden wird, in welchem der zwey Körper nicht bloss dem oberflächlichen Scheine nach, sondern in der That, das zu gedachtem Processe gehörige Hydrogen, in welchem das Oxygen, auftrete; wenn so vertheilt, und wenn in der Umgekehrten Ordnung, sie darin auftreten; ja wenn überhaupt eines und das andere auftritt. Wir machen den Anfang dazu mit einer Geschichte des möglichen electrischen Processes zwischen je zwey Körpern, die schärfer seyn wird, als wir selbige bisher noch gaben; die des chemishen wird sich dann von selbst daraus ergeben.

„So lange zwey Körper *A* und *B* bloss nach dem Gesetze der ersten Klasse zusammen sind, hat *A* z. B. + *E*, und *B* — *E*. Sie haben diese Electricitäten erhalten, und behalten sie in den gewordenen Graden, deren dynamischer Unterschied Spannung heisst, so lange, als sie ihnen nicht ausdrücklich genommen oder sie durch entgegengesetzte zu Null aufgehoben werden. Werden sie ihnen aber wirklich entnommen oder an ihnen durch entgegengesetzte aufgehoben, so wird die Erregung, und

die Hervorbringung derselben Spannung, die mit dem Nebeneinanderbestehen dieser beyden Körper selbst zusammenhängt, und mit ihm nothwendig ist, von neuem rege, und die Electricitäten erscheinen in demselben Grade, in derselben Spannung, wieder, als sie vorhin bey der ersten Erregung erschienen. Daraus entsteht, wenn die Entziehung der so eben wieder erzeugten Electricitäten oder ihre Aufhebung durch entgegengesetzte fortdauert, ein continuirlicher Act von Electricitätserregung oder Production, alles zu Folge dem Gesetze der ersten Klasse, an diesen Körpern. Dieser Act aber tritt wirklich ein, und ohne dass eine äussere Entziehung oder Aufhebung der Electricitäten, (wie etwa bey der Electrisirmaschine), Statt habe, sobald die Erregung nach dem Gesetz der zweyten Klasse eintritt. Dieses setzt die Electricitäten in der umgekehrten Vertheilung; A, was zu Folge erster Klasse $+ E$ hatte, bekommt zu Folge der zweyten jetzt $- E$ dazu, B, was zu Folge der ersten Klasse $- E$ hatte, bekommt zu Folge der zweyten jetzt $+ E$ dazu. Das neue $- E$ in A wirkt aufhebend, indifferenziirend, auf das vorherige $+ E$ in A, das neue $+ E$ in B aufhebend, indifferenziirend, auf das vorherige $- E$ in B; es stiftet sich in jedem der beyden Körper ein besonderer electrischer Indifferenziirungsact. Wie aber das $+ E$ in A durch $- E$ zu Null zurück gebracht ist, oder auch nur der Versuch, die Annäherung dazu, im Gange ist, und wie das nemliche in B, wo das $- E$ durch $+ E$ in dieselben Umstände kommt, geschieht, fängt sogleich

die Erregung nach der ersten Klasse wieder an, thätig zu werden, und stellt neue den vorigen gleiche Quantitäten von $+E$ für A, und $-E$ für B wieder her. Wie jedoch die Erregung nach der ersten Klasse dadurch, dass ihre Producte auf Null zurück kommen, zu neuer Thätigkeit veranlasst ist, so eben auch ist die nach der zweyten Klasse, nach der $A - E$, $B + E$ bekommt durch die auch ihren Electricitäten widerfahrene Aufhebung durch jene der nach der ersten Klasse, (denn es war Eine, und sie traf beyde zugleich), genöthiget, von neuem in Thätigkeit überzugehen, und ihre vorigen Quantitäten von $-E$ für A, und $+E$ für B, darzustellen. Man sieht, nach der ersten und nach der zweyten Klasse befinden sich A und B wieder in dem nemlichen Zustande, wie zu allererst, die entgegengesetzten Erregungen, deren Wirkungsmöglichkeit in jedem Körper vorhanden ist, müssen sich, ihren Producten nach, wieder in einander aufheben, dies macht die neue Lieferung derselben nach beyden Klassen, beyden Erregungen nöthig, dies die neue Wiederindifferenziirung, und so wechselsweise, oder da beydes zugleich geschieht, und durch einander nöthig wird, in einem Flusse ins Unbestimmte oder für so lange fort, als überhaupt noch A und B vorhanden, (nicht etwa durch den Process selbst consumirt, oder so weiter), sind. Die Folge aus allem ist, dass, sobald zwey Körper nach beyden Klassen zugleich zusammen sind, auch ein Process zwischen ihnen begründet ist, der selbst so lange anhält, als die beyden Körper überhaupt zusammen sind, und

den Grund seiner Fortsetzung in sich selbst enthält. Es sind der Fälle für das gleichzeitige Daseyn beyder Erregungen, der nach beyden Klassen, nun drey möglich. Entweder: 1) die Erregung nach der ersten Klasse ist, und von Anfang an, grösser, als die zweyte; oder 2) die nach der ersten und die nach der zweyten sind sich gleich; oder endlich 3) die nach der ersten ist, (bey aller ihr möglichen auf Spannung bezogenen und nach ihr geschätzten Stärke, dennoch) kleiner, wie die nach der zweyten. Im ersten Falle werden die Electricitäten zu Folge der zweyten Klasse nicht hinreichen, die nach der ersten entstandenen gänzlich zu binden oder zu indifferenziiren; es ist an dem Körperpaar *AB* noch freye Electricität, die in die Erscheinung kommt, electrische Spannung, und zwar nach der ersten Klasse, da und übrig. Die in *A* vorhandene Indifferenziirung geht in einer rückständigen Sphäre von $+ E$, die in $- B$ in einer gleichen von $- E$, vor. Im zweyten Falle binden sich die Electricitäten nach den beyden Erregungen vollkommen zur neutralen Indifferenz; es bleibt Spannung weder nach der ersten, noch nach der zweyten Klasse, übrig; die beyden Körper sind während der Electricitätsindifferenziirung in ihnen nach aussen Null, und die Sphäre eines $+ E$, und eines $- E$, in der die letztere vorging, wie vorhin, fällt weg. Im dritten Falle aber reichen die nach der ersten Klasse erzeugten Electricitäten nicht mehr hin, die nach der zweyten Klasse in gleich viel Zeit entstehenden völlig auf Null zurück zu bringen; sie

bringen nur einen Theil derselben auf Null, der übrige bleibt frey für die Erscheinung nach aussen zurück, und giebt eine rückständige Spannung nach der zweyten Klasse mit $-E$ für A, und $+E$ für B. Es geht jetzt wieder die Electricitätsindifferenziirung in A in einer Sphäre von E vor, nicht aber, wie im ersten Falle einer von $+$, sondern einer von $-E$; eben so geht auch in B die Electricitätsindifferenziirung in einer Sphäre von E, nicht aber, wie im ersten Falle, einer von $-$, sondern einer von $+E$, vor. Man sollte glauben, wenn irgend eine andere bestimmende Ursache zugegen wäre, dass im ersten, wie im letzten Falle, die in A und B entstehende Indifferenz selbst von dem $+$ und dem $-E$, oder umgekehrt, einige Aenderung erleide, die darinn bestehe, dass im ersten Falle die für A entstehende Indifferenz ein Uebergewicht von $+E$, die für B entstehende eines von $-E$, und im letzten (dritten) Falle die für A entstehende eines von $-E$, die für B entstehende ein Uebergewicht von $+E$, erhielte und in sich selbst einnähme; so dass die für A entstehende Indifferenz im ersten Falle, der für B im letzten entstehenden, und die für B im ersten, der für A im letzten entstehenden, gleiche."

„Betrachten wir, — (um jetzt zur chemischen Geschichte dieser zwey Körper, die uns das Vorige so eben zu eröffnen anfing, überzugehen,) — was wir wirklich sehen, wenn irgend zwey Körper sich in den Umständen des letzten Falls befinden, wie z. B. Metall und Wasser, Metall und

Säure, oder so weiter: so finden wir, ausser der electrischen Spannung selbst, die uns vor der Hand, weil sie das selbst nach jener Bildung der den einen oder andern ihrer Factoren im Uebergewicht enthaltenden Indifferenzen Uebrigbleibende ist, nichts angeht, zwey Producte, die nicht die eine oder andere Electricität selbst zu nennen sind, und da für sie nichts weiter da ist, als eben jene beyden bald im einen, bald im andern Factor überwiegenden Indifferenzen, mit diesen relativen Indifferenzen selbst gleich und Eins seyn müssen. Ihr Name ist — Hydrogen und Oxygen. Untersuchen wir den Ort, den Körper, an welchem jedes vorkommt, so findet sich das Oxygen für das Wasser, die Säure, oder den Körper *B*, das Hydrogen aber für das Metall u. s. w., oder den Körper *A*. Zwar sehen wir das Oxygen mit dem Körper *A* selbst zu einem Oxyde zusammengehen, allein, eben dass es erst damit zusammengehen muss, zeigt an, dass im Augenblicke seines Entstehens es nicht damit schon zusammen war, dass also dasselbe ausserhalb *A*, das ist in *B*, auftrat. Das Hydrogen hingegen sehen wir vom Anfang an, an *A*, und nirgends anderswo auftreten, schon von selbst gehört es also selbigem zu. Nach *A* (dem Metall . . . .) aber fiel diejenige Indifferenz, die ein Uebergewicht von — *E* enthalten musste, nach *B* (dem Wasser, der Säure, u. s. w.) hingegen die-

jenige, die ein Uebergewicht von + *E* zu enthalten hatte. Das Oxygen selbst zeigt sich also äqual electrischer Indifferenz mit Uebergewicht von + *E*, das Hydrogen selbst wieder äqual electrischer Indifferenz mit Uebergewicht von — *E*. Nun macht ferner eben diese Erscheinung von Oxygen und Hydrogen den chemischen Process aus, den wir sehen, wo zwey Körper nach beyden Klassen mit vorherschender Erregung nach der zweyten zusammen im Conflict sind. Es zeigt sich also zunächst für den dritten der oben genannten drey Fälle, dass dieser chemische Process nicht Ursach, aber auch nicht Folge, dieses Zusammenseyns zweyer Körper nach beyden Klassen, sondern dies Zusammenseyn derselben, der Ausdruck ihrer gleichzeitigen Erregungen und deren wechselseitigen Ineinandergreifens, *diese doppelte Erregung und das Ineinandergreifen ihrer Erregten in seiner Totalität selbst*, sey."

Wir versparen unsere Bemerkungen hierüber, und seine Anwendung auf das Frühere, bis wir diese Constructionsart des chemischen Processes zwischen je zwey Körpern, erst ganz und auch für die noch übrigen zwey Fälle, abgehört haben, denn das Vorige betraf erst den dritten oder letzten von ihnen. Wir fahren mit dem zweyten fort.

„Hier sind in *A*, wie in *B*, die entstehenden Indifferenzen vollkommen neutral. Hydrogen und Oxygen, die nur in Indifferenzen mit überwiegendem Factor, dem einen oder dem andern, bestehen können, sind also hier nicht möglich. Die electrische Indifferenz selbst aber, ohne ein Ueberwiegen dieses oder jenes ihrer Factoren, und auf Plätzen, wo, wenn diese überwögen, Hydrogen und Oxygen erscheinen würden, ist äqual Wasser. An *A* und *B* also tritt Wasser auf. Wie dies sich in der Erscheinung ausnehme, kann man, und aus Beobachtungen noch nicht bestimmen, da der Fall, wo die nach beyden entgegengesetzten Klassen entstehenden Electricitäten sich so eben auf Null hielten, mit dem gegenwärtigen Werke selbst erst als möglich und darstellbar bekannt wird, Versuche über ihn also noch nicht angestellt sind. Was es aber auch geben möge, (und so viel sich hier vermuthen lässt, gar nichts, weil man erweisen kann, dass es dasselbe ist, was auch schon vorher in den Körpern zugegen war c),) —: immer muss sich der Process, der es hervorbringt, wie man sagt, und der eben so chemisch zu nennen ist, wie der vorige (im dritten Falle) mit den doppelten (nach beyden Klassen geschehenden) Erregungen beyder Körper, und dem Wiederineinandergreifen der

---

c) Vergl m. Beyträge, B. II. St. 3. u. 4. §. 140.

Erregten selbst, was hier, weil ersteri sich entsprechen, ein völliges Aufheben letzterer durch einander giebt, eben so identisch seyn."

„Hat endlich die Erregung nach der ersten Klasse das Uebergewicht über die nach der zweyten, welches der erste der oben vorgekommenen drey Fälle war, (in ihrer chemischen Erwägung jetzt aber der letzte ist), so geht in *A* die Indifferenziirung wieder in einer Sphäre von + *E*, in *B* hingegen wieder in einer von — *E* vor. Dies giebt von neuem relative Indifferenzen, solche, wo der oder jener Factor überwiegend ist, und in *A* tritt welche mit + *E*, in *B* welche mit — *E* auf. Erstere aber ist gleich Oxygen, letztere gleich Hydrogen; s. oben. Statt dass im dritten Fall das Oxygen in *B*, erscheint es jetzt in *A*, statt dass in ihm das Hydrogen in *A*, erscheint es gegenwärtig in *B*. Das Ganze ist wieder etwas, was durchaus ein chemischer Process heisst, auch gleicht er dem im dritten Falle völlig, einzig die Vertheilung seiner Producte ist die umgekehrte von der in jenem. Man sieht von selbst, dass er dem Acte der Erregung *A*'s und *B*'s nach beyden Klassen, und dem Wiederineinandergreifen ihrer Erregten, auch in diesem Falle eben so identisch ist, als in den beyden vorigen. Und somit ist, was von Process, von

chemischem, zugegen ist, und, genau genommen, die Körper von dem Augenblick in der Geschichte ihres Conflictes an begleitet, in welchem zu ihrer Erregung nach der *ersten* Klasse, die nach der *zweyten* noch hinzukommt, *vollkommen und überall Eins mit dem electrischen Vorgang zwischen diesen Körpern, mit eben ihrem Erregtwerden nach beyden und entgegengesetzten Klassen, und dem, was die nach ihnen Erregten von neuem unter einander geben.*"

Ich habe absichtlich den Gang dieser einfachen Construction nicht unterbrochen, um mit Einem Male durch sie zur Uebersicht zu bringen, was, zerstreut, nur mühsam wieder zu der Einheit zu versammeln gewesen wäre, welche durchaus durch sie hervorgebracht werden sollte. Denn Vieles ist mir ihr gewonnen worden. Wir wollen nicht erwähnen, wie wir erfüllt, was S 55. und 56. wir versprochen hatten, eben so wenig daran erinnern, wie das auf S. 204 — 210. vorgeführte Paradoxon seiner kaum erwarteten Lösung jetzt entgegensieht *d*),

---

d) Mit dem S. 56. versprochenen, und als wirklich gegeben nachher noch zu erwähnenden, Beweis der Identität des S. 330 — 335. geschilderten chemischen Processes zwischen nur zwey Körpern, mit dem unter dreyen, den wir Galvanismus nennen, ist sie, streng gesucht, bereits gefunden.

und was ferner noch klar geworden wäre. Wir wollen bloss auf das zurücksehn, was uns S. 324 u. f. bewog, die Geschichte des electrischen und chemischen Processes zweyer Körper überhaupt vollständig zu verfolgen. Alles, was wir dort ankündigten, ist durch sie in Bestätigung gegangen; so dass es überflüssig wäre, es zu wiederholen. Was wir aber weiter gewonnen haben, ist vor allem die Identität des chemischen Processes auf allen seinen Stufen und Arten mit dem electrischen je zweyer Körper auf seinen verschiedenen Stufen und Arten selbst. Denn nicht allein, dass sie uns die wahren Localitäten von Oxygen und Hydrogen, da, wo sie wirklich sich zu bilden haben, und die selber wieder veränderlich sind, angegeben, und in ihrem vorher kaum gekannten Wechsel orientirt hat, ist durch sie das Verhältniss des Wassers zu Oxygen und Hydrogen, damit das Verhältniss dieser zu ihm, und aller dreyer wieder zu den verschiedenen Electricitäten, in ein Licht gesetzt worden, was bisher, wie es schien, diesem Gegenstand noch gänzlich mangelte. Denn schon war Gefahr vorhanden, + und — *E* für Oxygen und Hydrogen, (oder auch umgekehrt), selbst zu nehmen, obgleich schon früh davor gewarnt war *e*).

Eben um der Wichtigkeit aller dieser Resultate willen aber, ist es nöthig, auch noch hinzuzufügen,

---

e) S. Gilbert's Annalen. B. IX. S. 10. 11.

was sich auf alles, was man gegen sie, wäre es auch nur eines genommenen ersten Anstosses an ihnen wegen, der wieder vergeht, einwenden oder an ihnen bezweifeln möchte, die Erfahrung an der Hand, antworten kann.

„Zunächst wird einiges Befremden erregen, dass Oxygen und Hydrogen als Aequivalente von Wasser mit + *E*, und Wasser mit — *E*, angesehen werden. Ich denke aber eben, dass unsere Untersuchung des Schemas, und der Geschichte des Conflictes zweyer Körper überhaupt, den ersten Beweis gegeben habe, dass dieses wirklich sich so verhalte. Zudem war die Sache, als Idee, nicht neu, und man muss gestehen, dass die besten Köpfe, die das Verkehr des Wassers mit der Electricität beschäftigte, sich Oxygen und Hydrogen so und nicht anders vorgestellt haben. Die grösste Schwierigkeit machte mehreren vielleicht, die Nothwendigkeit, dabey zuzugeben, Ein und Dasselbe, Wasser nemlich, könne zweyen unter sich Entgegengesetzten, (dem + *E* und dem — *E*), doch, dem einen wie dem anderen, wieder entgegengesetzt seyn. Die Schwierigkeit lösst sich, wenn man einsieht, dass alles *Indifferente* zu seinen Differenten, (seinen Polen), genau in diesem Verhältniss stehe; und sonst auch ist dies Verhältniss empirisch bewährt genug. Eine Menge Körper, die wir oxydirbare nennen, wir sollten sagen, alle, sind zu gleicher Zeit auch hydrogenirbare, und

wo noch welche sind, die man erst bloss im Zustand des *Oxyde* sah, fehlt nach allem, was sonst da ist gewiss nur der Versuch, um sie auch im Zustande des *Hydrure* f) zu sehen. Alle diese Körper stehen also zu Oxygen und Hydrogen genau in dem Verhältnisse, wie das Wasser zu + *E* und zu — *E*; dort ist dieses Verhältniss nicht leer: man sieht nicht ein, warum es hier der Fall seyn sollte, besonders, wenn der wirkliche Beweis des Gegentheils kommt, — ein Gegentheil, was, eben darum, schon sein Beyspiel anderwärts vorfindet.

Dass Oxygen gerade gleich electrischer Indifferenz mit überwiegendem *plus E*, und Hydrogen gleich derselben Indifferenz mit überwiegendem *minus E*, liegt, ausser dem oben dafür gegebenen Beweise, noch in den Electricitäten, die verloren gehen, wo Hydrogen oder Oxygen, wenigstens hydrogene oder oxygene Verbindungen, entstehen. Ich meine hier die Versuche Saussure's über die Electricitäten bey der Verdampfung des Wassers auf verschiedenen Materien g). Wasser, was auf sehr heissen oxydirbaren Körpern, (auf Eisen, Ku-

---

f) S. Lavoisier's *Traité élémentaire de Chimie*, 8ec. édit. 1793. p. 216.

g) S. dessen *Voyages dans les Alpes*. T. II. Neuchatel. 4. §. 805 — 828. p. 227 — 252.

pfer), verdampft, lässt das Gefäss positiv electrisch zurück, was dem Entweichenden die negative Electricität sichert. Hier wird aber das Wasser zersetzt, und unter dem Entweichenden ist Hydrogen, ja es ist zum grössten Theile solches. Sind die Gefässe hingegen nicht oxydirbar oder solcher Natur, dass sie während der Erhitzung des Wassers in ihnen nicht oxydirt werden können (von Silber, Porcellan), sondern blosser Wasserdampf entweicht, so ist das Gefäss negativ electrisch, was dem Wasserdampf selbst positive Electricität sichert. VOLTA hat alles dies, und den letztern Theil noch vor SAUSSURE, aufs vollkommenste und mannichfaltigste bestätiget *h*). Vom Wasserdampfe aber haben wir S. 277. u. f. bereits erwiesen, dass er Wasser plus einem geringen Antheil Oxygen sey. Es ist begreiflich, dass diese oxygene Verbindung, sich wie das Oxygen selbst verhalten muss.

Ferner kann es, wenn die Erinnerung an S. 72. noch zu lebhaft ist, doch immer noch auffallen, im electrischen Conflicte zweyer Körper, wo die Erregung nach der zweyten Klasse das Uebergewicht hat, das Oxygen zunächst am Körper *B* der obigen Bedeutung, (an der Säure z. B.), das Hydrogen hingegen am Körper *A*, (am Me-

h) S. dessen meteorologische Briefe. A. d. Ital. Leips. 1793. Brief IV. VI. VII. und Zusatz zu VII.

fall . . . .), auftreten sehen zu sollen. Für den O des Oxygens ist schon das hinlängliche angeführ worden, für den des Hydrogens aber giebt au ser dem, dass man es wirklich nie wo anders als am regulinischen Metalle A selbst auftreten sieht, noch das Auskunft und Bestätigung dass es zum Theil sogar in dem Metalle selbst auftritt, und dessen Oxydabilität abändert. Man schlage zurück, und lese S. 45. f. und S. 79 — 81. h. noch einmal. Offenbar wird durch den Process selbst die Oxydabilität des Körpers A gesteigert, was wieder durch nichts anderes geschehen kann, als, da alles Uebrige gleich bleibt, durch Vermehrung seiner Hydrogeneität, seines Hydrogengehalts selbst. Auch ist es ein leicht anzustellendes Experiment, ein Metall, ein Stück Zinn z. B., auf was Salz- oder eine andere Säure schon eine Zeitlang gewirkt hat, in dieser nemlichen Säure mit einem andern Stück Zinn, worauf die Säure noch keine Wirkung gehabt hatte, zusammen. zubringen. Man sieht dann in der so entstehenden Kette, das erstere Zinn beständig die Rolle eines positiven, oxydirbareren Metalls, das andere die Rolle eines negativen, oder minder oxydirbaren spielen, und das Phänomen in seiner Vertheilung, ist nur dem Grade nach von dem verschieden, was bey der Zusammenbringung von Zink und Zinn, unter dieser oder anderer Säure, erscheint.

Dass in dem Falle, wo die Erregung nach der ersten Klasse das Uebergewicht hat, sich

alles umgekehrt verhalte, und Oxygen an *A* und Hydrogen an *B*, auftreten soll, könnte noch sonderbarer lassen. Auch ist es wahr, dass dieser Fall, wenigstens kaum mehr, als der mittlere, der, wo beyde Erregungen im Gleichgewichte sind, bis jetzt untersucht ist worden *i*). Es gehörte in ihn vorzüglich das Verhalten ganz concentrirter Säuren gegen Metalle, indem ich von ihnen S. 29. und 100. oben wirklich zeigte, dass dabey die Spannungen zu Folge der Erregung nach der ersten Klasse noch das Uebergewicht haben. Aber man sehe auch, was schon KEIR *k*) und WINTERL *l*) von solchen mit concentrirten Säuren zusammengewesenen Metallen anführen. Bley z. B., was mit concentrirter Salpetersäure in Berührung gewesen, wird so verändert, dass es nachmals der Einwirkung der verdünnten ganz widersteht. Worin kann dieses anders liegen, als in einer Oxygenation, die dem Bleye hierbey widerfuhr, und worin diese wieder, als in einem Antheil Oxygen, der nach S. 334. wirklich an und in ihm aufzutreten hatte. Das Hydrogen, was an der Flüssigkeit auftreten soll, ist auch da. Man vergleiche die S. 32.

---

i) Denn diese beyden Fälle sind gerade gewesen, was die Chemie, als ihr „nicht interessant genug," bisher fast immer zur Seite liess.

k) S. *Philosophical transactions*, 1790.

l) S. dessen Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur, S. 309. u. f.

oben angeführte Beobachtung, nach der beym Einbringen der meisten Metalle in concentrirte Säuren sich, während jene Veränderung des Metalls vorgeht, schnell eine Quantität Gas entbindet, nach der es dann erst ruhig ist. Man hat diese Gase noch nicht untersucht, wird man es aber thun, (und bey viel Metall und Säure kann man sie in Menge erhalten), so werden sie sicher seyn, was das Uebrige giebt, Hydrogengas, oder wo dieses nicht selbst, doch das, was aus der Wirkung desselben auf die Säure .... weiter erfolgen musste m).

Endlich kann man noch fragen, warum der chemische Process zwischen zwey Körpern überhaupt, in dem Maasse stärker sey, als die Erregung nach der zweyten Klasse wächst, und das Uebergewicht über die nach der ersten bekommt. Dass die Erregung nach der ersten Klasse allein, keinen fortdauernden Process geben könne, hat sich oben gezeigt; er tritt erst in dem Maasse ein, als die Erregung nach der zweyten Klasse das dazu Erforderliche liefert. Alles kommt auf diese an. Der Grad, in dem sie da ist, bestimmt den Grad, in welchem die Erregung nach der ersten Klasse im Gange bleiben soll. So wächst der Process

m) Uebrigens hat man hiermit zugleich die Antwort auf die Frage S. 40.

selbst. Ist die Erregung nach der zweyten Klasse sehr hoch gestiegen, so bestimmt sie auch die nach der ersten zu einem ihr entsprechenden Grade der Energie. Damit wächst wieder der Process. Umgekehrt aber hat die Erregung nach der ersten Klasse, auf die nach der zweyten, keinen Einfluss; sie kann die letztere nicht nach Belieben hervorrufen, als welche erst eine sie überhaupt bestimmende Ursache nöthig hat. Nach der Erregung zu Folge zweyter Klasse allein also richtet sich die *Stärke des chemischen* Processes, wiewohl auch er endlich Maass und Ziel erhält, durch den Grad von Wieder-Setzbarkeit der Erregung nach der ersten Klasse, den Leitung, ihre (der letztern Erregung) eigne Grösse (Spannungsfähigkeit), und andere Umstände, bestimmen." —

So glaube ich denn, ist alles Paradoxe überwunden, was die Darstellung S. 396 — 335., ihrem ersten Anblick nach, wohl mit sich zu führen scheinen konnte, obgleich ich darauf rechnen darf, dass eine längere Verweilung bey ihr, als das bloss flüchtige Lesen derselben erfordert, schon alles that oder wenigstens thun konnte.

Wir blicken nunmehr freyer auf das Frühere zurück.

Zuerst verstehen wir, warum bey blosser Erregung nach erster Klasse, oder dem Gesetze des Systems gemäss, was wir in dem zweyten, dritten,

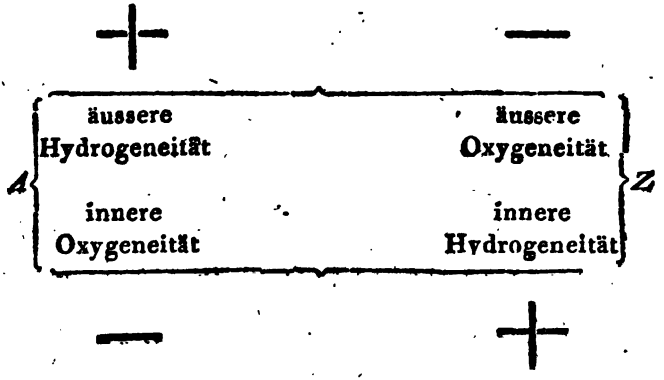
und vierten Abschnitt dieses Werks, überall zunächst aufgestellt haben, beständig derjenige Körper + *E* erhielt, der oxydirbarer, hydrogeneer, und wieder derjenige — *E* erhielt, der minder hydrogeneer, oxygeneer, war, (gleichviel, woraus die Werthe hiervon entstanden). Denn ist + *E* nur dasjenige, wodurch electrische Indifferenz (= Wasser) zu Oxygen werden kann, so ist es selbst die oxygenee Electricität, ist wieder — *E* nur das, wodurch electrische Indifferenz zu Hydrogen werden kann, so ist es selbst wieder die hydrogenee Electricität. Wo Oxygen ist, muss es jederzeit die hydrogenee Electricität, — *E*, suchen, wo Hydrogen zugegen ist, muss es jederzeit die oxygenee Electricität, + *E*, suchen. Es kann somit nichts einleuchtender seyn, als dass, nach gefundener Natur der beyden Electricitäten selbst, überall und immer der hydrogeneere Körper + *E*, der minder hydrogenee oder oxygenéere aber — *E* erhalte. Das ist die Ordnung, wie sie zu Folge Erster Klasse geübt wird, und das in Abschnitt II — IV. zunächst aufgestellte System ist überall das System der Ersten Klasse, das Erste Electrische System der Körper. Seine Ordnung ist eine Ordnung an allen Körpern vorhandener Hydrogeneitäten. Sie sind diejenigen, die zuerst electrischen Prozess bestimmen, der, wie es scheint, vom dabey positiv werdenden, dem hydrogeneeren Körper, ausgeht.

Nach der Zweyten Klasse kehren sich die Electricitäten um. Dies deutet an, dass auch das

sie Bestimmende, was dennoch überall seiner Natur nach dasselbe seyn muss, nicht das buchstäblich Nemliche des einzelnen Körpers für sich, sondern ein Umgekehrtes an jedem derselben von ihm sey. Der vorhin oxygeneere Körper tritt jetzt als hydrogeneer auf, und der vorhin hydrogeneere als oxygeneer. Diese Hydrogeneität und diese Oxygeneität aber müssen „tiefer" liegen, als die vorige Oxygeneität und Hydrogeneität. Sie kommen später in den Process, und überhaupt erst, wenn der Conflict inniger wird. Man möchte jene, (die bey der Erregung nach der ersten Klasse thätig sind), die äusseren, diese (die bey der Erregung nach der zweyten Klasse in Thätigkeit sind), die inneren Qualitäten der Körper, nennen. Derselbe Körper, der vorhin als äusserlich hydrogeneer, + *E*, oder die oxygenee Electricität bekam, bekommt jetzt, als innerlich oxygeneer, — *E*, oder die hydrogenee Electricität, derselbe, der vorhin, als äusserlich oxygeneer, — *E*, oder die hydrogenee Electricität bekam, bekommt jetzt, als innerlich hydrogeneer, + *E*, oder die oxygenee Electricität. Giebt es nun irgend für die Erregung nach der zweyten Klasse ein ähnliches System, eine ihrem Gesetze nach ähnliche Ordnung der Körper, wie für die Erregung nach der ersten, so wird dieses System, diese Ordnung, eine Ordnung an allen Körpern zwar abermals vorhandener Hydrogeneitäten

seyn, diese Hydrogeneitäten aber sind andere, tiefere, innerere, als die die Ordnung der ersten Klasse ausmachenden. Auch sind sie nicht den ersten, äusserern, in den Körpern proportional, sondern sie stehen mit ihnen in einem umgekehrten Verhältniss. Will man den Körper der höchsten äussern Hydrogeneität *A*, den Körper der geringsten äussern Hydrogeneität aber, oder was gleich viel ist, der höchsten äusseren Oxygeneität, *Z* nennen, so lässt sich der Zustand dieser beyden Körper, nachdem sie nun *nach* erster Klasse, oder aber sodann nach zweyter, sich Electricität erregen, mit dieser selbst zusammen auf folgende Weise darstellen:

Erste Klasse



Zweyte Klasse

Setzt man also zwischen *A* und *Z*, die hier als die beyden Extreme genommen sind, was von Kör-

pern überhaupt zwischen ihnen vorhanden ist, so hat man dieselbe Reihe wieder, die wir in Abschnitt II — IV. aufgestellt haben, dasselbe Electrische System der Körper, was, in der Einen Richtung durchgangen, System der *Ersten* Klasse, in der Andern umgekehrten durchgangen aber, System der *Zweyten* Klasse ist.

So hätten wir denn das oben zu Anfang dieses Abschnitts versprochene Zweyte Electrische System der Körper wirklich dargestellt, und, nachdem sich gefunden, dass die Folge der Körper auf einander in ihm genau die nemliche, wie im Ersten Systeme oder dem der Ersten Klasse, ist, käme es nun bloss noch darauf an, zu zeigen, dass es auch in seinen Gesetzen denen des Systems der Ersten Klasse gleich sey. Diese aber reduciren sich auf Ein Einziges, weil sodann die übrigen ohnedies unmittelbar mit ihm gegeben sind. Dieses Hauptgesetz wieder aber wäre kein anderes, als was auch bey dem System erster Klasse das Hauptgesetz war, nemlich dass von einer gegebenen Reihe von Körpern in ihm, die mögliche Spannung nach der zweyten Klasse von AB + der von BC = der sey von AC, die von AC + der von CE = der sey von AE, u. s. w., bis endlich die mögliche Spannung von AM + der von MZ = der von AZ ist. Denn, dass es für die zweyte Klasse eine Ordnung der Körper gebe, in der ein aus der Mitte der Reihe genommener beliebiger Körper mit allen seinen

Vorgängern z. B. + *E*, mit allen seinen Nachfolgern — *E* erhalte, ist überhaupt schon dadurch gegeben, dass zwey, auch den beyden nächstliegenden Körpern, jedem es möglich ist, nachdem sie sich zuvor bloss nach der ersten Klasse erregten, jetzt nach der zweyten die Electricitäten in der umgekehrten Ordnung zu geben; was völlig unmöglich wäre, wiche die Reihe zweyter Klasse irgendwo von der der ersten Klasse ab, weil dann nothwendig einzelne Stellen in der Reihe der ersten Klasse vorkommen müssten, wo die Erregung nach der zweyten Klasse, statt sie aufzuheben, und sie umzukehren, sie ganz zum Gegentheile bloss verstärken müsste, wovon sich indessen durch die ganze electrische Körperordnung hindurch nicht eine Spur vorfindet. Wir gehen zum Beweise obigen Gesetzes, zu Ketten solcher Art, wie S. 58. eine erwähnt ist worden, zurück.

Die dort angeführte Kette bestand aus Kali, Salpetersäure, und Wasser. Sie ist total unwirksam als Kette, wie jede, die ich noch bis hieher aus drey feuchten wasserhaltigen Flüssigkeiten zusammengesetzt habe. „Eine Kette dieser Art ohne alle Wirksamkeit, aber, ist eine solche, wo alle Glieder derselben sich als Glieder Einer Klasse, Einer Spannungsreihe, verhalten." (S. S. 57.) Kali, Salpetersäure, und Wasser, verhalten sich also als Glieder Einer Klasse, denn der Mangel der Wirksamkeit ihrer Kette kann, da sie sämmtlich Leiter sind, schlechterdings von nichts anderem herrühren, als dass die Spannung *AB* + der von *BC* = der von

AC ist. Es ist jetzt bloss die Frage, ob die Spannungen, die hier sich stemmten, wirklich Spannungen zu Folge der zweyten Klasse waren. Wir haben früher dies nicht mit der gehörigen Strenge entschieden, und müssen somit nachholen, was wir über diesen Punkt noch zurückgelassen haben.

Ueberall, wo wir bisher erste Klasse in zweyte übergehen sahen, war es vom äussersten Vortheil, wenn der eine der beyden Körper ein flüssiger war. Dies war bey allen Umkehrungen der Spannungen zwischen Metall und Wasser, Metall und Säure, u. s. w., der Fall. Sollte es nicht von noch mehr Vortheil seyn, wenn beyde flüssig sind? — In der That ist dieses so. Ich habe vor Kurzem mit Ketten aus leichtflüssigem Metall und Wasser gearbeitet, wo das erstere aus zwey Exemplaren, wovon das eine fest, das andere flüssig war, beyde aber auf möglichst gleicher Temperatur standen. Die Kette war wirksam, und gab ihre Wirkungen vollkommen so, dass nothwendig zwischen dem flüssigen Metall und dem Wasser, die Spannung zweyter Klasse höher geworden seyn musste, als die zwischen dem festen und dem Wasser, denn die Kette war nur dem Grade nach verschieden von einer aus Zink, Silber, und Wasser. Die Localitäten der Producte waren ganz die nemlichen, wie auch in dieser. In dieser aber ist ganz ausgemacht die Spannung zu Folge zweyter Klasse zwischen Zink und Wasser beträchtlich höher, als die zwischen Silber und Wasser. Schon hier also hatte der Zustand

der Flüssigkeit beträchtlich zur Möglichkeit des Auftritts freyer Spannung nach der zweyten Klasse, ihrer Uebung, beygetragen.

Wie sehr aber ist der Zustand der Flüssigkeit eines Metalls in seinem Werthe von dem der Flüssigkeit von Wasser, einer Salzauflösung, unterschieden. Ein Unterschied, von dem wir in der Folge noch viel zu sagen haben werden.

Und ist er doch schon hier von solchem Einfluss auf den Eintritt einer Spannung zweyter Klasse, um wieviel mehr werden wir ihn nicht da wiederfinden müssen, wo geradezu zwey wasserhaltige Stoffe im Zustand ihrer Flüssigkeit mit einander im Conflict sind. Hier ist ja alles, was Bedingung zweyter Klasse ist, im höchsten Grade zugegen.

Wir haben also gewiss geirrt, wenn wir in Abschnitt II. die Spannungen, die zwey beyde feuchte Leiter bey ihrem Conflicte annehmen, für eine Spannung erster Klasse nahmen. Und die Ordnung, in der wir S. 94. und 110., Alkalien, Wasser, und Säuren, auf einander folgen liessen. ist in Hinsicht ihrer gegenseitigen Positivität und Negativität, nicht Ordnung erster, sondern zweyter Klasse. Die Spannungsreihe:

Alkalien
Wasser
Säuren

ist Spannungsreihe zweyter Klasse, und für die erste Klasse muss die Ordnung

Säuren
Wasser
Alkalien

seyn. Und in der That wird hierdurch ein Widerspruch gehoben, in den ich mich wohl verwickelt fühlte, als ich jene Ordnung, nach der die Säuren gegen Wasser das Positive, und die Alkalien das gegen dasselbe Negative seyn sollten, entwarf. Denn sieht man überall und durch die ganzen übrigen Glieder der Reihe nach dem Gesetze erster Klasse, die Positivität in Zusammenhang mit Hydrogeneität (äusserer), die Negativität aber in

Zusammenhang mit Oxygeneität (äusserer), s weiss man, genau genommen, nicht, woher gerad Alkalien, die doch offenbar hydrogeneer, wi Wasser, (wie schon das Ammoniak zeigt), un Säuren, die eben so offenbar oxygeneer, wi Wasser, (wie z. B. die Salpetersäure zeigt), sind sich umgekehrt verhalten sollten.

Was vor allem irre leitete, war eben die Unwirksamkeit solcher Ketten, in denen Neutralisationen vorgingen, wie die von Salpetersäure und Kali, nur falsch gedeutet. Denn ich dachte nicht daran, dass die Vermischung von Wasser und Kali, von Salpetersäure und Wasser, derselbe Process sey, der auch nur zwischen Salpetersäure und Kali vorgeht, nicht mehr von ihm verschieden sey, als die Verbindung eines Metalls z. B. mit Hydrogen, und dann mit Oxygen, von der Verbindung dieses Hydrogens mit dem Oxygen geradezu. Kann sich doch auch mit den Metallen Hydrogen nur wegen in ihnen enthaltenen Oxygens, Oxygen mit ihnen nur wegen in ihnen enthaltenen Hydrogens, verbinden n).

Was mich in meinem Irrthum bestätigte, waren die Electricitäten, die VOLTA o) beym Conflicte von

---

n) S. dessen Briefe über die entzündbare Luft der Sümpfe. A. d. Ital. von KORTUM. Strassburg, 1778. S. 86.

o) S. *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 79., und m. Beyträge, B. II. St. 3. S. 56.

Wasser und Alkalien unmittelbar erhielt; die Alkalien wurden positiv, das Wasser negativ. Erstens, dass VOLTA diese Electricitäten für so sehr schwach ausgiebt, zweytens beinahe nur, dass er hier keiner nemlichen Anomalien erwähnt, wie solcher, als er bey Metall mit Wasser, Metall mit Alkali, u. s. w., angiebt, und die wir S. 82. u. f. mit so vielem Glücke wahren steten Regeln unterwarfen, leitete mich irre. Aber ich erinnerte mich nicht daran, dass, wo mit zwey feuchten Leitern auf VOLTA'sche Art gearbeitet wird, es ganz unmöglich seyn muss, dem Condensator alle die Electricität zuzuführen, die beyde den unmittelbaren Augenblick nach der Trennung wirklich erhalten haben konnten, weil beyde Leiter eben ihrer Feuchtheit wegen schon beständig eine ableitende Atmosphäre von Wasserdunst, oder was es auch sonst sey, um sich haben müssen, wodurch schon ein Beträchtliches von Electricität verloren gegangen ist, wenn, doch nothwendig eine endliche Zeit nach der Trennung, die eine oder andere feuchte Scheibe mit dem Condensator zur Berührung und Mittheilung seines Inhalts an ihn kommt. Auch kennt man die von VOLTA immer erhobenen Klagen über alle die Vorsichten, die man anwenden muss, um nur bey Metall und feuchten Leitern schon, die Trennung so vollkommen zu bewirken, dass wenigstens sehr wenig von der Flüssigkeit nur, an den Metallen hängen bleibe, und dadurch die Spannung mehr oder weniger in Latenz erhalte. Wie sehr viel schwerer aber muss es seyn, zwey Leiter welche beyde feucht, so zu trennen, dass in der

That die Trennung eine ganz vollkommene, un kein Verlust von Spannung zugegen ist. Auch an diesem Grunde, muss man glauben, dass, wenn abgesehen von der nach der Trennung, eines Verlierens von Electricität wegen an die Atmosphäre . . . . , erfolgenden Spannungsverminderung, die Trennung in demselben Grade von Vollkommenheit, wie zwischen Metall und Metall, zu bewirken wäre, die Electricitäten beträchtlich höher ausfallen würden, als sie wirklich ausfielen. Es kann also auf keine Weise wahr seyn, dass die wahre Spannung, welche Alkali und Wasser z. B. in ihrem Conflicte erzeugen, in der That so äusserst klein nur sey, als sie der Versuch, dessen Mängel wir geschildert haben, für das Electrometer . . . . habhaft zu werden im Stande ist. — Dass ferner VOLTA bey diesen Fällen keiner ähnlichen Anomalien gedenken konnte; wie bey Metall und Wasser, Metall und Alkalien, u. s. w., liegt wieder in der Ordnung. Denn eines Theils scheint er zufrieden gewesen zu seyn, nur erfahren zu haben, dass zwar Spannung da sey, aber, wiewohl eben so falsch, wie von uns mit ihm, geschlossen, nur sehr kleine, dass er also auf die Nachsuchung möglicher Anomalien aus zu geringer Feuchtigkeit der die Flüssigkeit tragenden Scheiben, aus ihrem Reiben an einander, u. s. w., sich gar nicht erst einliess, da sie ihm ohnehin durchaus nichts, wie „Anomalien" waren, andern Theils möchte ihm die Ausführung der Umstände, welche eine Umkehrung der Electricitäten zur Folge gehabt hätten, hier ungleich schwerer, als irgend sonst wo, geworden

seyn, da es schon an sich als etwas Verwegenes erscheint, Flüssigkeit an Flüssigkeit stossen, drücken, oder reiben zu wollen, ohne, dass diese Flüssigkeiten sich, die hier sogar noch bessere Gelegenheit, wie vorhin, dazu bekämen, sich mit einander vermischen könnten, denn das Leder, die Pappe, das Holz, u. s. w., was die Flüssigkeiten trägt, verhält sich hier, eines gegen das andere, um nicht viel besser, als zwey vollgesaugte Schwämme, die beym Drücken oder Reiben an einander ausgepresst werden.

Alles dieses, gut erwogen, muss uns gegenwärtig bestimmen, die von VOLTA zwischen Alkali und Wasser, Kalkmilch und Wasser, u. s. w., so erhaltene Spannung, dass die alkalische .... Flüssigkeit jederzeit negativ, das Wasser aber positiv wurde, für eine zu Folge zweyter Klasse erzeugte Spannung zu halten, die, wenn es möglich gewesen wäre, die Innigkeit des Conflicts so weit zu schwächen, dass bloss zu Folge erster Klasse erregt worden wäre, die umgekehrte, mit minus für das Wasser, und plus für die alkalische .... Flüssigkeit, geworden seyn würde; ferner: jene als nach zweyter Klasse erfolgende Spannung, für an Ort und Stelle weit grösser zu halten, als der wirkliche Versuch bis jetzt von ihr noch in Beschlag zu nehmen im Stande war.

Ist es aber jetzt dargethan, dass die Spannung von Alkali und Wasser, die sie bey ruhiger Berührung haben, in der That eine nach der zweyten

Klasse sey, so folgt nun ferner von selbst, dass auch die übrigen zwey Spannungen in einer Kette aus Kali, Wasser, und Salpetersäure, Spannungen nach der zweyten Klasse seyn müssen, denn wäre auch nur eine unter ihnen Spannung nach der ersten Klasse, so würde hieraus sogleich dasjenige Spannungsmissgleichgewicht entstehen, was wirkliche Action in der Kette gäbe. Auch müssen diese Spannungen, die sämmtlich nach zweyter Klasse vorhanden sind, sich vollkommen genau entsprechen, $AB + BC$ muss $= AC$ seyn, denn ausserdem würde wieder Action in der Kette seyn müssen, von der doch keine Spur zugegen ist.

Es giebt eine unendliche Menge möglicher Ketten aus drey Flüssigkeiten, die sämmtlich wässrige, unmetallische, sind, allein, — und eine grosse Anzahl von ihnen sind wirklich geprüft. Was mir aber von ihnen bis jetzt vorgekommen ist, ist jederzeit ohne alle Wirkung gewesen. Dass aber auch in ihnen allen, bloss Setzung freyer Spannung nach der zweyten Klasse da war, lässt sich erweisen, dadurch, dass man eins von den Körperpaaren, die in der vorhin namentlich aufgeführten Kette befindlich waren, und von dem es, wie von allen in ihr, sicher war, dass es nach zweyter Klasse seine Spannung hatte, in andere Ketten, z. B. aus Wasser, Kali und Kochsalz(auflösung), berüber nimmt, dann Kali und Kochsalz, oder Wasser und Kochsalz, in Ketten aus Kali, Kochsalz, und Säure, oder Was-

ser, Kochsalz, und Säure, und so fort, wo dann mit jeder solchen neuen Kette, so lange, als sich keine Wirkung in ihr zeigt, die Spannung eines neuen Paares feuchter Körper, als Spannung zweyter Klasse erwiesen ist. Die Art der Anstellung solcher Versuche aber habe ich bereits an anderen Orten mitgetheilt.

Sind Alkalien nun, zweyter Klasse gemäss, ausgemacht gegen Wasser negativ, erster Klasse nach also positiv, so wird ihr und dem Wasser Entgegengesetztes, Säure, gegen Wasser, zweyter Klasse nach, positiv, erster gemäss also negativ seyn, und sowohl nach jener als nach dieser Klasse, bilden sie wahre Spannungsreihen, — Eine —, nur Positivität und Negativität liegen für die eine in der umgekehrten Ordnung von der für die andere.

Auch alles, was sonst von Flüssigkeiten (unmetallischen) mit ihnen sich nach zweyter Klasse erregt, hält gleiche Spannungsreihe mit ihnen. Alle die Leiter also, welche Volta mehr bloss äusseren Kennzeichen nach, (s. S. 61.), und in wohl sehr viel anderem Sinne, (in welchem, wie schon S. 61. gesagt, von ihnen unter dem folgenden Namen die Rede nicht mehr seyn kann), Leiter zweyter Klasse, nannte, bilden Eine Spannungsreihe, stehend unter Einem Gesetz, eine Spannungsreihe zweyter Klasse nach *unserer* Bedeutung.

Aber auch alle übrigen Körper, und was die vorigen irgend von der Körpersumme auf Erden überhaupt noch ausschlossen, hat die Möglichkeit, das Gesetz einer solchen Spannungsreihe zweyter Klasse, und streng, mitzuhalten, in sich. Nur reicht nicht allemal der blosse Contact, zur Verwirklichung des Möglichen hin, eben so wenig, wie er schon nur zur Setzung möglicher Spannung erster Klasse, bey allem, was Isolator heisst, nicht mehr hinreicht, und es müssen die Bedingungen zum Auftritt der nach jener (der zweyten) eben so, und noch sorgfältiger, erst gesucht werden, wie für die nach dieser (der ersten). Man könnte sagen, die Erregung nach der zweyten Klasse habe noch ein ganz besonderes Isolement; worunter ich z. B. das verstehe, welches macht, dass Quecksilber, obgleich flüssig, mit zwey andern flüssigen, aber wässrigen Leitern, ohngeachtet es mit beyden in gewissem Grade schon nach zweyter Klasse zusammen ist, doch mit ihnen zur Kette geschlossen, noch Action giebt. Das thut z. B. eine Kette aus Quecksilber, Kali, und Wasser. Offenbar folgt hieraus, dass die Spannungen zweyter Klasse zwischen Quecksilber und Wasser, und Quecksilber und Kali, wenigstens die eine von ihnen, nicht ganz noch sey, was sie wohl werden würde, könnte das zwischen diesen Körpern als möglich Begründete, ganz und vollständig zur Wirklichkeit gelangen.

Doch aller dieser Hemmung ohngeachtet, die man zu heben, auf gleiche Weise immer besser ler-

nen wird, wie einst das Isolement der Isolatoren in Bezug auf Spannungssetzung nach der ersten Klasse, durch Erwärmung, Reibung, u. s. w., ist gegenwärtig es schon sichtlich, wie auch in den in ihrem natürlichen Zustande des Uebergangs zur zweyten Klasse minder unterworfenen Körpern, doch sehr genau die Uebergangsfähigkeit selbst wächst, wie ihr Abstand in der Einen Allgemeinen Körperreihe S. 346. von einander wächst. Wenn Flüssigkeit z. B. gegen Flüssigkeit, (die beyde zugleich leiten und wässrige sind), sich mit vollkommener Leichtigkeit zu dem in ihnen überhaupt begründeten Grade von Spannung nach der zweyten Klasse erheben, so thun zwar Flüssigkeiten gegen Metalle z. B., es schon bey weitem nicht mehr mit dieser Leichtigkeit, doch aber ist die wirkliche Spannung immer um so höher, je weiter das gegebene Metall von dieser Flüssigkeit absteht. Von allem, was VOLTA gegen Metalle von feuchten Leitern in Untersuchung nahm, merkt er dies an, die einzelne Kette, und sodann die Säule, bestätigen es. Eben so ist es mit den Isolatoren. Diejenigen, die am weitesten von den feuchten Leitern entfernt sind, sind der Darstellung einer Spannung zweyter Klasse mit ihnen am meisten fähig, und selbst von diesen unter einander wird sie um so eher dargestellt, je weiter sie von einander in der allgemeinen Spannungsreihe entfernt sind. Daher auch LIBES's Beobachtung, dass die resinösen Substanzen bey durch den Druck begünstigter Berührung mit fast allen übrigen Isolatoren einen Erregungsact eingehen, dessen Electrici-

rätsproducte umgekehrt von denen gelagert **sind**, die durch die blosse Reibung hervorgebracht **werden** p). Gerade diese resinösen Körper aber sind es **auch**, die unter allen noch am weitesten von allen übrigen Isolatoren in der Spannungsreihe abstehen, bey ihnen also musste es auch noch am leichtesten seyn, *diese* umgekehrt gelagerten Spannungen, die Spannungen nach der zweyten Klasse, dem Zweyten Electrischen System der Körper, sind, zu entdecken, und am unmöglichsten, sie zu übersehen.

Uebrigens befürchte man von der obigen richtigern Deutung der Versuche VOLTA's nicht zu viel. Das allgemeine Schema S. 109. bleibt jetzt um so eher stehen. Denn gerade von den Alkalien, die jetzt den VOLTA'schen Leitern erster Klasse, nach dem negativen Ende der Spannungsreihe unserer ersten Klasse zu, am nächsten folgen sollen, hat VOLTA es unmittelbar dargethan, dass sie wirklich sich mit ihnen negativ electrisiren, also „über ihnen" stehen. S. S. 84. 86. Ist aber ferner Wasser wieder, dem Ersten System gemäss, mit Alkali negativ, und mit Wasser wieder Säure, so sind auch alle zusammen wieder negativ gegen die Metalle, und Wasser und Säure noch um so mehr,

---

p) S. *Journal de Paris*, An XIII. No. 32. p. 208. Was der Druck, als Druck, und selbst ohne Bezug auf die Heterogeneität der Körper, hierbey gethan haben könne, habe ich bereits in VOIGT's Magazin, B. IX. S. 35—37. bemerkt.

je mehr sie selbst von den Alkalien, nach dem negativen Ende der Spannungsreihe dieses Systems abstehen. Wenn nun alle übrigen VOLTA'schen Leiter zweyter Klasse zwischen diese Extreme, Alkali und Säure, schon von selbst fallen müssen, oder mit dem ersteres überschreitenden Theile wenigstens sich in ihrer Nähe halten, so bleibt das Schema S. 109. durchaus in seiner vorigen Integrität.

Bloss S. 100. u. f. leidet in dem jedesmaligen Anschlage der Spannungen einige Veränderungen, die indess abermals in der Hauptsache keine hervorbringen. Die Stelle VOLTA's S. 87. ist schärfer zu nehmen, dass nemlich überhaupt Metalle, die, wie gezeigt, bey ihm nach der zweyten Klasse mit Alkalien seyn mussten, minder negativ an Alkalien werden, als an Wasser, und die Ausnahme mit dem Zinn wird fast in einem anderen Concentrationsgrade des Alkali, gesucht werden müssen. In der S. 100. erwähnten Kette ist dann, wenn *B* concentrirtes Alkali ist, die Spannung β (mit + für *C* und — für *B*) die über $\alpha + \gamma$ vorwiegende, wenn es aber bis zum bestimmten Grade diluirtes ist, die Spannung γ (mit + für *C* und — für *A*) die über $\alpha + \beta$ vorwiegende. Denn mit der Diluirung des Alkalis wird seine eigne Differenz vom Wasser geringer. Ist *B* hingegen concentrirte Säure, so ist die Spannung β (mit + für *B* und — für *C*), ist sie bis zum bestimmten Grade diluirt, die Spannung α (mit + für B und — für *A*) die überwiegende, Action, Pole, und die Localitäten

der entstehenden Producte, bestimmende. Auf diese Weise, und mit Anwendung des im Vorigen von dem Wachsen der Spannungen mit der Entfernung der Glieder in der Reihe von einander Gesagten, trifft die Rechnung mit den wirklichen Resultaten an Kette und Säule sogar noch genauer zusammen, wie vorher, und setzt sie auch das Gegentheil von dem voraus, was S. 37. vermuthet wurde, indem sie concentrirte und diluirte Säure, concentrirtes und diluirtes Alkali, nur graduell unter sich, und wieder vom Wasser, verschieden annimmt, was ohnedies sogleich schon viel natürlicher vorkommen muss, so wird doch das S. 39. u. 40. daraus Gefolgerte, dadurch nur insofern abgeändert, als die verschiedenen Spannungen, die beym Neutralisationsprocess sich nach einander zu Hülfe kommen sollen, dies sogleich und zur selben Zeit thun, indem auch bey ihm Säure und Alkali zwar nach der ersten Klasse jene —, dieses +, zugleich jedoch nach der zweyten Klasse jene +, dieses —, bekommt, was denn nach dem, was S. 331. vorkam, diese beyden Stoffe nach ihrem äussern wie nach ihrem innern chemischen Gegensatz vollkommen zur Einheit, der neutralen Verbindung, zurückbringt, und so den Knoten tüchtiger schürzt, als S. 40. nach, es der Fall gewesen seyn würde.

Was endlich S. 58. *u.* betrifft, nach welchem der Process der Neutralisation von demjenigen chemischen Process, der zwischen „differenten Voltaischen Klassen" in der Kette und Säule Action

stiftet, total verschieden seyn sollte, so ist mit dem Vorigen zwar das dort dafür angezogene Argument gänzlich weggefallen, indem dieser wie jener als Ein Process erscheint, d. i. als ein solcher, wo zwey Körperindividuen sich nach beyden Klassen, dem Gesetze beyder Systeme nach zugleich, erregen. Jene Anmerkung aber hatte auf den Gang unserer Untersuchungen von selbst so wenig Einfluss, dass in sie dadurch ganz und gar keine Störung kommt, und diese Widerlegung selbst mehr wieder nur in eine Note gehörte. — Man sieht, wir scheuen uns, einen Irrthum zu gestehen, eben so wenig, als eine neue Wahrheit zu geben, was ohnehin Eins ist. —

Wir gehen jetzt zu dem allgemeinen Resultat dieses Abschnitts zurück. Haben die vorigen gelehrt, dass alles, was von Körper auf Erden ist, sich in Eine Reihe ordnen lässt, aus der jedes Glied mit allen seinen Vorgängern z. B. $+E$, mit allen seinen Nachfolgern aber $-E$ erhält, und so, dass überall die Spannung von AB + der von BC = der ist von AC, u. s. w., wo A, B, C, ..., beliebige Namen haben können, sobald die Glieder der Reihe, die sie bezeichnen, nur wirklich in ihr auf einander folgen, wie diese Buchstaben hier, — und dass diese Reihe diejenige Ordnung der Körper bezeichnet, in welcher sie sich nach demjenigen electrischen Process stellen, den sie beym ersten Conflicte, vom schwächsten an, beginnen; so hat der gegenwärtige gezeigt, dass nach der schon früher aufgefundenen Möglichkeit in allen Körpern, bey

einem innigeren Conflicte, ihre Electricitäten in der umgekehrten Ordnung zu geben, diese Körper selbst, auf diese Weise, eine völlig umgekehrte Reihe bilden, in der der vorhin positivste Körper jetzt der negativste, der vorhin negativste aber jetzt der positivste wird, welche umgekehrte Reihe oder Ordnung, eben weil sie die vollkommen umgekehrte ist, wieder mit der vorigen in Eins zusammenschlägt, d. i. die Körper in genau derselben Folge auf einander lässt, wie jene, so dass kein weiterer Unterschied an derselben ist, als der bereits schon angeführte, nemlich, dass, was auf den ersten äusserern electrischen Process bezogen, die „positive" Seite der Reihe ist, jetzt nach dem folgenden zweyten innerern, zu ihrer „negativen," und was nach jenem ihre „negative" Seite war, nach diesem jetzt zu ihrer „positiven," wird. Es ist Ein Process, der beyde Reihen, oder diese Eine auf verschiedene und entgegengesetzte Weise, bildet; es sind bloss zwey verschiedene Stufen desselben, und wie in jeder höheren Stufe auch jede niedere mit enthalten seyn muss, so ist auch hier diejenige höhere Stufe, nach der das sogenannte Zweyte Electrische System entsteht, nie da, ohne dass sie zugleich die niedere, nach der das sogenannte Erste Electrische System entsteht, zum beständigen sie nie verlassenden Begleiter hätte. Das Gesetz dieses Ersten Systems übt sich bey und nach dem Eintritt der Herrschaft des Gesetzes des Zwey-

ten eben so vollkommen, als vorher. Nur kann die Erregung nach ihm, eben in dem Grade nie zu für die Erscheinung bleibenden Producten kommen, als die nach dem letzten zweyten vorhanden ist, weil beyde Producte in beständiger Aufhebung durch einander begriffen sind, und sehr natürlich die der letztern, der erstern ihre in dem Grade schmälern müssen, als letztere selbst zunimmt. Sie heben sich endlich vollkommen in einander auf, doch auch hier steht es noch nicht still. Wie würden wir auch sonst von einer Spannungsreihe zweyter Klasse, einem Zweyten Electrischen System etwas wissen, da wir, es oder sie, nur aus den nach seinem Gesetz vorwiegenden umgekehrten Spannungen bisher zu folgern gewohnt gewesen sind. Die Erregungen zu Folge des Gesetzes der zweyten Klasse werden zuletzt stärker, als die nach der zu Folge des Gesetzes der ersten möglichen, sie sind nicht mehr völlig nöthig, die durch das Gesetz der ersten Klasse entstehende Spannung bloss aufzuheben, die Erregung nach der zweyten Klasse erscheint mit diesem ihrem Electricitätsüberschuss geradezu und frey, und giebt jetzt überhaupt die Spannung erst, die, als allemal umgekehrt von der nach der ersten Klasse gelagerte, wir Spannung nach der zweyten Klasse nennen, und deren Grade es gewesen sind, die uns zur Aufstellung einer Spannungsreihe zweyter Klasse an sich Gelegenheit und Stoff gegeben haben. Auch erlangen diese Spannungsüberschüsse, oder eigentlich erst welche (Spannungen, freye) zweyter Klasse genannte, eine Höhe, die, wo man

irgend bis aufs letzte verfolgen kann, allemal selb wieder noch viel grösser sind, als diejenige die früher irgend, bloss nach erster Klasse mög lich waren.

Es gehen hieraus folgende wichtige Sätze hervor

Erstens, ist das zwischen je zwey Körpern be gründete Erregungsmoment zweyter Klasse ungleich stärker, als das der ersten.

Zweytens ist es somit auch durch die ganze Reihe hindurch weit stärker, und zwischen den beyden Extremen der Reihe, als Körpern zweyter Klasse, ist eine ausnehmend viel grössere Differenz, als zwischen ihnen, als Körpern erster Klasse.

Drittens, da das Verhältniss des Erregungsmo ments zweyter Klasse zu dem der ersten überall ein nemliches ist, indem ohne diese durchgängige Gleichheit dieses Verhältnisses, die Reihe, das System erster Klasse unmöglich auch zugleich und bis ins feinste Detail, Reihe, System zweyter Klasse seyn könnte, so sehen wir eine Verbindungsordnung beyder Klassen durch alle Körper hindurchgehen, die überall die Eine und Selbige ist. Das, was sie verbindet, aber, haben wir S. 336. genannt. Es sind die chemischen Gegensätze von Oxygeneität und Hydrogeneität, oder besser, von Oxygen und Hydrogen selbst, in den Körpern. Wir haben oben jeden

Körper, wie aus seinem electrischen Verhalten, und auch anderwärts her, genugsam folgte, angesehen und dargestellt, als ein aus Oxygen und Hydrogen Zusammengesetztes, nicht aber als sey die Zusammensetzung selbst überall von gleichem Range, sondern, wir sind darauf geleitet worden, dass jederzeit das Eine Glied dieser Zusammensetzung äusserlicher, und zunächst in den electrischen Process eingehungsfähiger, ist, als das andere, daher die Benennugen: äussere und innere Hydrogeneität, äussere und innere Oxygeneität. Das Maximum äusserer Hydrogeneität, verbunden mit dem Maximum innerer Oxygeneität, wovon jedoch keines nach dieser ihrer Qualität, sondern einzig nach ihrer Intensität, man möchte sagen, nach dem Hydrogeneitäts- und Oxygeneitäts-Moment, zu schätzen ist, geben den positivsten Körper der Reihe, als System erster Klasse, den negativsten aber derselben, als System zweyter Klasse. Umgekehrt giebt das Maximum äusserer Oxygeneität, verbunden mit dem Maximum innerer Hydrogeneität, (beyde ebenfalls nur dem Moment nach geschätzt) den negativsten Körper der Reihe, als System erster Klasse, den positivsten aber derselben, als System zweyter Klasse. Diese Art Verbindungen betrifft die obige überall identische Ordnung derselben, und die Ordnung selbst besteht in dem überall richtigen Abgemessenseyn dessen, was verbunden wird, gegen einander, so dass bey gleichem Abstande in der grossen Einen Spannungsreihe, die System beyder Klassen zugleich ist, auch beständig

die inneren Oxygeneitäten z. B., um ein Vielfaches von dem, um was die äusseren Hydrogeneitäten von einander, verschieden sind. Der Unterschied ersterer z. B. betrage irgendwo 4, der Unterschied letzterer aber 16, so wird dieses Verhältniss beyder Unterschiede zu einander überall dasselbe bleiben. Dies zusammen leitet auf das merkwürdige Gesetz, dass, was wir innere Oxygeneität und Hydrogeneität der Körper genannt haben, auf unserer Erde da, und an den Körpern, wo und mit denen wir experimentiren, zu einem bey weitem grösseren Unterschiede gelangt sey, als das, was wir äussere Hydrogeneität und Oxygeneität derselben genannt haben.

Wir fassen den Inhalt der drey angeführten Sätze in Einen zusammen, und sagen: dass die electrische Erregungsfähigkeit der Körper zu Folge der ersten Klasse, bey weitem eingeschränkter sey, als die nach der zweyten Klasse, und dass man jene im Verhältniss zu dieser die bedingte oder die beschränkte, diese aber in Bezug auf jene, die minder bedingte, die minder beschränkte: oder, geradezu, die unbedingte, unbeschränkte, nennen kann. Denn jene, die Erregungsfähigkeit zu Folge erster Klasse, hat ihre Schranken sehr viel früher, als diese, oder die zu Folge der zweyten Klasse, — und an dieser selbst; letztere aber ist durch nichts beschränkt, als ganz zuletzt erst durch die völlige Erschöpfung alles Fonds, der für Electricitätserregung,

nach dem geringen Abzug dess für jene, in den Körpern überhaupt vorhanden ist.

Noch eine Frage ist zurück, ohne deren Beantwortung dieser Abschnitt doch noch nicht geschlossen wäre. Wir haben nemlich im Vorigen, und durch dieses ganze Werk hindurch, noch immer die Möglichkeit offen gelassen, dass je zwey Körperindividuen sich einzig und allein nach der ersten Klasse, nach ihrer bedingten Erregungsfähigkeit, erregen könnten. Kommt indess der Fall selbst wohl wirklich vor? — Keinesweges! — Denn käme er vor, so müssten die Electricitäten, und vor allem bey Leitern, wo der Erregung selbst nichts im Wege steht, absolut, die Spannungen unendlich seyn. Demohngeachtet sind sie endlich, und sehr endlich. Die grösste Spannung, welche zwey Körper in ihrer ruhigen Berührung erhielten, und während derselben behielten, hat noch nie hingereicht, das empfindlichste Electrometer in Bewegung zu setzen.

Schon Volta, (s. m. Beyträge, B. I. St. 3. S. 80. u. f.), fühlte, dass ohne eine die Electricität, welche zwey Metalle im gegenseitigen Contact erhalten, wieder aufhebende Ursache, diese Electricität in jedem eine absolute, unendliche, seyn müsste. Der Sinn seiner in jenen Briefen an Gren gegebenen Theorie der Electricitätserregung ist in der That kein anderer, als dass von Zink und Silber z. B., die zur Berührung kommen, das Silber unendlich —, der Zink unendlich +, zu wer-

den suche. Da sie das denn doch aber nicht werden, so nimmt er seine Zuflucht dazu, dass doch die Metalle wieder Leiter seyn, und die Electricitäten, welche sie so eben auf dem Wege sind, in unendlichen Grössen darzustellen, wieder zusammengeleitet werden. Aber auch das langt noch nicht hin. Denn die Electricität war selbst schon nur insofern in beyden Körpern erregbar, als sie Leiter waren, und die Erregung selbst ging der Leitung parallel. Es wird also gerade so viel E wieder zusammengeleitet, als vorher in „Trennung versetzt" erregt worden war. Ja beydes fängt in einem nemlichen Augenblicke an, und es ist überhaupt nicht möglich, dass so auch nur ein Minimum von Spannung sich bilden könne. Volta geht deshalb weiter, und lässt an der Grenze beyder Metalle eine Art von Isolement auftreten, eine *Coibenza accidentale*. Diese soll nun machen, dass nicht alles, was in Missgleichgewicht, in den Zustand der Differenz, gesetzt war, wieder zu Null zusammengeleitet werden könne, und das Wenige, was nun nicht wieder zusammengeleitet wird, giebt dann einen Rückstand von E in beyden Metallen, mit einem Worte: eine Spannung. Aber wiederum würde diese *Coibenza accidentale* es eben so auch für die Erregung seyn, und das Körperpaar abermals Null bleiben. Auch nach der Trennung der beyden Metalle könnte sich nichts von E zeigen, denn bis zum letzten Augenblick bliebe das Verhältniss das angegebene, und nach ihm, wäre überhaupt alles abgeschnitten.

Wenn nun doch aber Spannung wirklich da ist, von der, wie gesagt, es an und für sich nothwendig wäre, dass sie geradezu eine unendliche wäre, sie aber dennoch endlich, und so sehr, ist: — in was anderem könnte man das Beschränkende der für sich zur Unendlichkeit bestimmten sonst suchen, als in dem Auftritt einer umgekehrt gelagerten Spannung, die eben so aus einer besonderen Erregung beyder Körper ihren Ursprung hat, als die erste; in was anderm, als dem Eingreifen ihrer Electricitäten, in die jener, wodurch letztere auf ein Endliches zurückgebracht, und darauf erhalten wird. Eine solche Spannung, ein solches Eingreifen ihrer Electricitäten in diejenigen entgegengesetzt vertheilten einer frühern aber kennen wir schon. Es ist die Spannung nach der zweyten Klasse. S. die Darstellung weiter oben. Der ganze Unterschied, den die gegenwärtige Betrachtung indas Frühere bringt, besteht in nichts, als dass wir finden, die Erregung nach der zweyten Klasse beginne gleich von Anfang mit, und mit der nach der ersten zugleich. Nie erregt sich das „Aeussere" der Körper ganz allein, immer auch schon das „Innere" zugleich mit, und wenn es vorher hiess: zuerst komme die bedingte Erregung auf ein Maximum, dann trete erst die unbedingte ein, schmälere die Spannung jener, hebe sie auf, und stelle zuletzt, mit dem, was zu dieser Aufhebung jener nicht mehr erforderlich ist, ihre eigene, und zuletzt sehr hohe, dar, — so heisst es jetzt bloss: mit dem Eintrit der bedingten Erregung fängt

zwar die unbedingte auch sogleich zu entstehen, jene aber hat das Uebergewicht, gelangt während dem Wachsen beyder, wobey die erste anfangs schneller wächst, als die letztere, zu einem Maximum von Ueberschuss über diese, später aber wächst diese, die unbedingte, stärker, die bedingte bleibt hinter ihr zurück, das Maximum bedingter Spannung kommt durch Uebergänge auf Null zurück, die unbedingte wird jetzt, mit ihrem entstehenden Ueberschusse, freyer eigener Spannung fähig, diese gelangt dann, wiewohl jederzeit noch immer eben so beschränkt, wie jene, dass auch sie nicht zur unendlichen werde, auf das überhaupt ihr so eben mögliche Maximum; kurz: die wahre Geschichte des electrischen Processes durch alle seine Stufen hindurch, fängt sogleich da an, wo S. 307. Z. 16. fortfuhr, „Es giebt somit keine andere Electricitätserregung, als die nach *beyden* Klassen, *beyden* Erregungsfähigkeiten der Körper zugleich, und aller in der Lagerung der freyen Spannungen vorkommender Unterschied ist in den drey Fällen enthalten, welche S. 309. für solche gleichzeitige Erregung nach beyden Klassen, als allein möglich, aufgestellt wurden" Die sogenannte Erregung „nach bloss Erster Klasse" ist nur der erste Fall der drey, der, wo die Erregung nach der ersten Klasse noch das Uebergewicht hat, und die sogenannte Erregung „nach bloss Zweyter Klasse" ist, wie ohnehin schon oben erwiesen genug, nur der dritte Fall der drey, der, wo die Erregung nach der zweyten Klasse

das Uebergewicht hat. Auch erscheint in jeder, wie es heisst, bloss nach der zweyten Klasse vorhandenen Erregung von chemischen Producten ganz Dasselbe, was da aufzutreten hat, wo, „während nach beyden erregt wird," nun die Erregung nach der zweyten Klasse das Uebergewicht hat, d. i. in dem Körper, in welchem plus vorkommt, tritt Oxygen, in welchem minus vorkommt, Hydrogen auf, wie dieses oben an dem Beyspiele des Conflicts concentrirter Säuren mit Metallen gezeigt ist worden. Oder lässt man diese Beyspiele noch nicht ganz gelten, so gehe man zu den Metallen unter einander, wo man doch am ersten zugeben wird, dass man gemeint gewesen sey, hier habe blosse Erregung nach der ersten Klasse Statt. Es war eine alte Behauptung, Zink mit Silber in Berührung werde oxydirbarer, Silber aber minder oxydirbar. Ich bin einst sehr erstaunt gewesen, als ich bey einer Untersuchung über das sogenannte Galvanisiren der Metalle, das gerade Gegentheil hiervon fand. Man schlage ein isolirtes Stück Zink, einmal oder besser mehrmals, lebhaft mit einem ebenfalls isolirten Stück Silber zusammen, oder lasse sie überhaupt in einige Zeit dauernder Berührung. Man wende darauf den so mit Silber in Conflict gewesenen Zink in Verbindung mit einem andern, aber nicht mit Silber . . . . in Berührung gewesenen Stück sonst desselben Zinks, zur Kette an, und das erstere wird sich vollkommen wie ein gegen das letztere negati-

ves, ein minder oxydirbares, folglich oxydirtes Metall, verhalten. Umgekehrt wird das mit Zink in Conflict gewesene Silber, mit anderem nicht mit Zink in Berührung gewesenen, zur Kette verbunden, sich gegen letzteres wie ein positives, mehr oxydirbares, folglich hydrogenirtes Metall verhalten. Zu der früheren Behauptung des Gegentheils hiervon aber war man freylich dadurch gekommen, dass man eine Menge Umstände, theils nicht gehörig gekannt, theils auch mit einander verwechselt hatte, wie man, nachdem besonders in gegenwärtigem Abschnitt alle in ziemlicher Vollständigkeit erwähnt worden sind, leicht ohne weitläuftige Anleitung finden kann. Zurückgesehen jetzt auf das dargestellte Electrische Doppel System der Körper, erblicken wir es in einer gleichsam neuen Gestalt. Die Spannungen, von denen es hiess, sie seyen blosse Spannungen nach der ersten Klasse, sind in ihrem systematischen Verhältniss gegen einander, nur Folge eines Systems von Beschränkungen der Spannungen erster Klasse durch Spannungen der zweyten. Die Spannungen, von denen es, doch schon viel minder einseitig, und nur des kürzern Ausdrucks wegen, hiess, sie seyen Spannungen der zweyten Klasse, sind in ihrem systematischen Verhältniss gegen einander, nur Folge eines Systems von Beschränkungen der Spannungen der zweyten Klasse durch Spannungen der ersten. In jenem Systeme haben die bedingten Spannungen, die nach der ersten Klasse, bloss das Uebergewicht, in diesem haben die unbedingten Spannun-

gen, die nach der zweyten Klasse, bloss das Uebergewicht. Und die *Maxima* jener wie dieser *Uebergewichte* sind es, welche in der Abgemessenheit ihrer gleichnamigen, alle Körper, einerseits zum Electrischen System der sogenannten Ersten Klasse, andrerseits zu dem Electrischen System der sogenannten Zweyten Klasse, vereinigen, und beyde darstellen. Und so werden sich beyde Systeme durch Einander Selbst zur Bestätigung. Denn wie könnte die Ordnung des Ersten bestehen, ohne eine gleiche Ordnung des Zweyten. Mögen auch die reinen Spannungen wahrer blosser Erster Klasse, die indess so nie in die Erscheinung kommen, unter sich schon ein System, und in grossen „unendlichen" Spannungen, wieder -, geben, was die kleinern „endlichen" gegeben haben, so muss doch, und eben darum, in den sie beschränkenden wieder ein System seyn. Dieses aber sind die Spannungen nach der zweyten Klasse. Mit ihrem System ist also das System der zweyten Klasse selbst gewiss. Umgekehrt wieder, mögen auch die reinen Spannungen wahrer blosser zweyter Klasse, die indess so wieder nie in die Erscheinung kommen, unter sich schon ein System, in grossen „unendlichen" Spannungen, wieder , geben, was die kleinern „endlichen" gegeben haben, so muss doch, und wieder eben darum, in den sie beschränkenden wieder ein System seyn. Dieses aber sind die Spannungen nach der ersten Klasse. Mit ihrem System ist wieder also das System der ersten Klasse selbst gewiss.

Zwey äusserst merkwürdige Punkte sind die beyden Beschränkungsstufen, und ihre Systeme, indem die Natur sich nie über dieselben versteigt. Jede ihrer beyden Reihen steht unter einem besondern und grossen Gesetz, und man wird begierig, beyder Gesetze näher kennen zu lernen. Schon dass überhaupt eine solche Trennung jener Beschränkungen Statt hat, nach welcher das Einemal die Eine Erregung, das Anderemal die Andere Erregung, das Uebergewicht und den Vorrang hat, und dass sie nicht in Eins verschmolzen sind, ist eben so merkwürdig, als das früher schon erwähnte Gesetz des Verhältnisses der Begründungsgrade zweyer verschiedener Klassen in jedem Körper zu einander. Noch mehr muss das in jedem Getrennten wiederum herrschende Gesetz Nachfrage und Erstaunen erregen. Ich will es nennen. Das Gesetz der Ersten Klasse, des Ersten „Electrischen" Systems der Körper, heisst *Magnetismus*, das der zweyten Klasse, oder des zweyten „Electrischen" Systems der Körper, aber *Electricismus*.

Woher hier Magnetismus? — Ist es nicht immer und überall nur Electricität gewesen, die wir, wo wir nach Erster Klasse experimentirten, fanden? — Dies allerdings! — Aber wo und wenn erst haben wir diese Electricitäten vorgefunden? — Immer und überall erst nach der Trennung der beyden Körper von einander. Was sie vor der Trennung, während der Vereinigung, waren oder hatten, davon haben wir bis diese Stunde noch kein Wort erfahren. Was sie während aber wirklich haben, ist nicht Electricität, (verschiedene), sondern *Magnetismus*.

Man wende uns hier nicht ein, Volta selbst habe die Electricitäten zweyer Metalle untersucht und als solche befunden, ohne zu ihrer Lieferung nöthig gehabt zu haben, die beyden sie liefernden Metalle von einander zu trennen. Was hat die Trennung anders für einen Sinn, als die „beyden Electricitäten", die vorher ein System zusammen ausmachten, dessen Natur noch ganz und gar unbekannt war, aus diesem System herauszureissen, jede Electricität, jedes Metall mit der seinigen einen, besonders, und ohne die andere, zu haben? — Und hat es einen andern Sinn, wenn man zwar die Metalle bey einander lässt, aber, durch Absatz grosser Recipienten, wie der Condensator, die Leidnerflasche, u. s. w, werden können, die „Erregung unterhält," auch dieser Condensator, diese Leidnerflasche, u. s. w. zu Gliedern des erregenden Paares macht, die also während dem nur Fortsetzungen, Verlängerungen, der einzelnen Glieder jenes ersten Paars sind, und diese Absätze dann von jenen ersten Gliedern des Körperpaars trennt? — Ist es nicht ebenfalls wieder nichts weiter, als dass man einzelne Pole aus einem vorhin zwischen ihnen bestandenen System mehr oder weniger herausreisst? —

Eben so wende man uns nicht ein, dass man, „während die Scheibe an der Electrisirmaschine z. B., mit dem Reibzeug noch in Berührung ist," dennoch wirkliche wahre Electricitäten daran entdecken könne, denn dazu muss man uns erst beweisen, dass in der That die Scheibe vollkommen und überall, (wir nehmen es hier mathematisch genau), in Berührung ist. Das wird man aber gewiss nie kön-

nen, eben weil es nicht der Fall ist, und seyn kann Wo ein Aequivalent, des Reibzeuge wahrhaft mit den Glase in (so weit wir dennoch nur vermuthen), vollkommener und durchgängiger Berührung ist, ist bey den gewöhnlichen Spiegeln. Wer aber möchte sich unterwinden, die Belegung des Spiegels, auch auf beste mit daran haftenden Körpern verbunden und sey der Spiegel auch nur wenige Zolle gross, an dem Glase dieses Spiegels durch eine Kraft, die selbst noch grösser seyn kann, als die zur Umdrehung der grossen Teylerschen Maschine erforderliche, oder das Glas an der Belegung, so herumzudrehen, dass wirklich der Contact fortwährend derselbe gute und gleiche bliebe, dass gewiss nicht diese oder jene Stelle des Glases jetzt bald in Berührung, jetzt bald ausser Berührung mit dem so geforderten Reibzeug, der Belegung, käme? — Aber ist das nicht, geht wirklich und unvermeidlich solch ein Wechsel der in Berührung mit dem Reibzeuge kommenden Punkte des Glases vor, so stehen die jetzt getrennten Punkte derselben, zu dem Amalgama oder dem Reibzeug überhaupt, genau in dem Verhältniss zwey wirklich getrennter Körper zu einander, wie S. 140. schon gesagt ist. Dann aber sind auch jedesmal, dass man nur Electricitäten sucht und findet, wirklich erregte Pole aus ihrem Systeme unter einander herausgerissen, und der Fall ist durchaus derselbe, wie bey den Metallen, die erst nach der Trennung Electricität zeigen. Während wahrer ächten Verbindung zweyer Isolatoren, oder eines Isolators und eines Leiters, hat man also bis jetzt eben so wenig noch ein Minutissimum von Electricität vorge-

funden, als während dem Verbundenseyn zweyer Leiter.

Ich glaube der erste gewesen zu seyn, der untersucht hat, was, während zwey Körper in wahrer Berührung und Conflict, und nach sogenannter Erster Klasse, sind, an ihnen zugegen sey. Ich musste von selbst dazu Körper wählen, die bey der blossen Berührung schon zu aller der Spannung gelangen, die ihnen, dem Gesetze erster Klasse gemäss, überhaupt möglich ist, d. i., Metalle. Ich setzte also eine sechs Zoll lange Nadel zusammen, deren eine Hälfte aus Zink, die andere aus Silber, bestand, vermöge eines Achathuts in ihrer Mitte aber auf einem sie tragenden isolirenden Gestell sich frey bewegen konnte. Diese Nadel gab keine Spur von Electricität, und verschiedener, zu erkennen. Schwach zerriebenes Siegellack wie Glas, wirkten auf ihre beyden Pole nur anziehend, wie auf jeden andern neutralen Körper, nie abstossend. Aber die Nadel war ein *Magnet*. Sie legte sich genau in den magnetischen Meridian, und kam in ihm durch langsame Oscillationen zur Ruhe. Der Zink von ihr stand nach Norden, das Silber hingegen nach Süden. Der Nordpol eines gewöhnlichen Stahlmagnets, wie auch eines bloss durch Erdmagnetismus polarisirten Eisenstabs, wirkte abstossend auf den Zink, anziehend aber auf das Silber; sein Südpol anziehend auf den Zink, abstossend aber auf das Silber.

Der Körper von beyden, der nach der Trennung + Electricität zeigt, zeigte hier *N*-Magnetismus, der, welcher nach der Trennung — Electricität zeigt, zeigte hier *S*-Magnetismus.

Ich habe mich aufs umständlichste versichert, dass ganz gewiss nichts dabey täuschte. Die Nadel war so eingerichtet, dass Zink, wie Silber herausgenommen, und umgekehrt wieder eingesteckt werden konnten. Die Ordnung der Dinge blieb durchaus die alte, welche Combination ich auch wählen mochte. Ich habe nachher die Zink- so wie die Silberhälfte jede besonders mit einem Stahlmagnet bestrichen, als hätte ich Eisendrähte vor mir. Sie nahm nichts von Magnetismus an, und der Erfolg des Versuchs blieb vollkommen derselbe.

Stärker war die Directionskraft der Nadel, und auch die Wirkung ihrer einzelnen Pole, wenn ich, statt Silber, Kohle einsteckte, noch stärker, wenn ich statt der Kohle, Reissbley nahm. Da beyde Körper aber selbst einiges Magnetismus fähig sind, würde ich nicht gerade wollen, dass man auf sie und ihr Verhalten mit dem Zink bauete, hätte ich nur auch hier nicht die mindeste Veränderung im Erfolg gesehen, wie ich auch die Kohle und das Reissbley umstecken mochte. Denn brachte ich z. B. die Nadel ausser den magnetischen Meridian, oder auch die magnetische Inclinationslinie, so, dass sie

den einen oder die andere, im rechten Winkel durchschnitt, so wirkte auf eine schwache gut bewegliche Stahlmagnetnadel doch noch die Kohlen- oder Reissbleyseite beständig abstossend auf den Südpol, die Zinkseite aber beständig abstossend auf den Nordpol derselben, eben so, als hätte ich die Zink-Silbernadel dazu genommen q).

Was zwey differente Körper, die sich mit vorwiegender Erster Klasse, oder dem Ersten Körpersystem gemäss, erregen, während ihres Conflicts zeigen, ist also Magnetismus, und ohne weiteres. In meinen Versuchen wandte ich Leiter an. Sie sind doch aber ohnehin schon als solche verschieden, und hatten gegen einen noch bessern Leiter, als Zink, für relative Isolatoren; (vergl. S. 222). Auch Leiter mit Isolatoren zusammen, zwey Isolatoren unter einander, also, müssen, während ihrem Conflict, sobald er wirksam ist, ebenfalls einen Magnet bilden. Wäre z. B. die Directionskraft des Spiegels S. 378. gross genug, so würde er sich gewiss in den magnetischen Meridian

---

q) Von ferneren Modificationen dieser Versuche bey anderer Gelegenheit. Nur noch für diejenigen, welche diese Versuche wiederholen wollen, dass ein gegebenes Körperpaar den stärksten Magnetismus zeigt, die ersten Tage nach der Verbindung, dann nimmt er merklich ab. Um ihn für die zwey verbundenen Körper indess von neuem wieder herzustellen, hat man bloss nöthig, die beyden Hälften der Nadel eine oder etliche Wochen, von einander getrennt, aufzubewahren, und sodann sie wieder zu verbinden.

legen; sein Glas, wenn es der nachher positive Körper ist, stände nach Nord, seine Belegung, wenn sie der nachher negative Körper ist, stände nach Süd; beydes läge umgekehrt, wenn die nachherigen Electricitäten die umgekehrten wären. So wäre also dieser Spiegel wirklich, und in reellerem Sinne, für was man ihn in manchem andern längst schon hielt, — ein wahrer Magnet. —

Erst wenn zwey Körper nach überwiegender unbedingter Erregung oder der der zweyten Klasse im gegenseitigen Conflicte sind, sind sie, scheint es, während ihres Conflictes schon, mit wahren Electricitäten zugegen. An dem einzelnen solchen Körperpaar ist der Versuch noch nicht gemacht, im Grossen aber für das Gesagte spricht Volta's Säule, durch die Electricitäten, die sie als Electricitäten sogleich zeigt, als mit ihren Polen Electrometer verbunden werden. In dieser Säule aber befindet sich alles unter den Umständen der blossen Berührung, und dass es die Electricitäten der festen Leiter, der Metalle, so geradezu nicht sind, hat das Vorige gezeigt, wonach sie unter der Form des Magnetismus zugegen sind. Schon S. 101. habe ich bemerkt, wie gross und weit grösser, als Volta sie angiebt, die Electricitäten wirklich sind, welche nach der zweyten Klasse sich erregende Körper, in der Kette und Säule wirklich erreichen, und es ist so gut wie gewiss, dass sich bald finden werde, dass die Electricitäten, mit denen die Säule als Säule polarisirt, vor allem von den in den einzelnen Lagen vorhandenen Spannungen zweyter Klasse herrühren.

Ob ein einzelnes Körperpaar, dessen Glieder nach vorherrschender unbedingter Erregung oder der nach der zweyten Klasse, zusammen sind, frey aufgehangen, eine bestimmte Richtung annehme, ist noch nicht versucht. Wie aber die Magnetnadel von Stahl sich nach denselben Gegenden richtet, nach welchen die vorhin beschriebene künstliche Nadel von Zink und Silber, so richtet auch eine „künstliche „Electrische Nadel" sich nach denselben Gegenden, nach welchen die „natürliche electrische", die aus zwey Körpern, deren unbedingte Erregung vorherrscht, (wie aus Zink und Säure), sich dereinst richten wird. Diese künstliche Nadel wird bereitet, indem man eine vier bis sechs Zoll lange Nadel von Kupfer, Silber, oder Gold, z. B. zwischen Wasser und Wasser in den Kreiss einer starken Säule bringt, und zehn bis funfzehn Minuten in demselben verweilen lässt. Sie wird „geladen", das ist, sie ist im Kreisse der Säule mit vorherrschender unbedingter Erregung zugegen, und die daraus für sie erfolgenden Modificationen, (s. S. 330 — 332), werden zu mehr oder weniger bleibenden. Ihre innern chemischen Veränderungen bestehen in Oxygenation für die Seite, die früher „Hydrogen gab", und Hydrogenation für die, mit der sie früher „Oxygen gab". Es ist also alles an ihr, was an jener natürlichen electrischen Nadel zugegen seyn kann. Und aufgestellt vermittelst eines Achathuts auf dem gehörigen Stativ zur freyen Bewegung, behauptet sie, unter einer Glasglocke vor Luftzug geschützt, nach Oscillationen eine Richtung, welche ich zwar noch nicht auf den Grad bestimmen konnte, die aber doch constant

noch zwischen Nord-Nord-Ost und Nord-Ost, und zwischen Süd-Süd-West und Süd-West, gefallen ist. Sie zeigt dadurch einen *Electricismus* der Erde an, wie wir einen Magnetismus derselben längst schon kannten, seine Axe aber ist verschieden von der, die letzterem zukommt. Ich habe diese im August 1803 entdeckte neue Polarität der Erde bereits aufs mannichfachste und auf vielen andern Wegen untersucht und bestimmt. Das Resultat ist, dass sie während Jahreszeit, und zu den verschiedensten Zeiten des Tages, und wieder an den verschiedensten Orten, (im Zimmer wie im Freyen), sich nahe in derselben Richtung behauptet hat, und ihre Neigungslinie bey uns mit dem südlichen Horizont, unter ihm, einen Winkel macht, der über 50° beträgt. In dieser electrischen Inclinationslinie lagern sich alle auf vorige Art geladene Metallnadeln, wenn sie auf Art magnetischer Inclinationsnadeln aufgehangen sind, mehr oder weniger scharf; in ihr erhalten an sich völlig neutrale Ladungssäulen das Maximum von einer wirklichen Ladung, was überhaupt die blosse Lage in ihnen erzeugen kann; in ihr bekommt jeder Körper ein Maximum von electrischer Polarität; und ein feuchtes isolirt aufgehangenes Seil von fünf bis sechs Fuss Länge ist different genug geworden, um mit seinen beyden Enden sich gegen erregbare thierische Präparate, wie eine Kette aus zwey verschiedenen Metallen zu verhalten. Ich werde zu seiner Zeit umständlicher von allen diesen handeln, und die dazu gehörigen Versuche und Apparate detaillirt genug beschreiben, um die Sache zum Gegenstand einer allgemeinen Bearbeitung zu machen.

Wir haben diese Polarität, im Gegensatze der anderen, den Magnetismus der Erde, den *Electrismus* der Erde genannt, und in so fern mit Recht, als sie, wo diese nemliche Polarität an einzelnen Körperzusammensetzungen vorkommt, sie sich sogleich als Electrische wahrnehmen und weiter untersuchen läßt, wie eben an Volta's Säule. Dennoch erlaube ich mir zum Schlusse dieses Abschnittes die Frage, ob nicht auch diese Electricitäten, schon nicht mehr sind, was sie ursprünglich, d. i., am ungestörten Körperpaare zweyter Klasse waren, und ob nicht jene neue Polarität mehr die Polarität dessen, was ein solches Körperpaar ursprünglich zeigt, als dessen, was es nachmals dem Electrometer darbietet, sey? — Es ist wahr: man kann die Electrometer sogleich mit in die Säule einbauen, und sie divergiren doch. Aber eben so wahr ist auch, was W. Pfaff schon behauptete, dass nemlich die wahre Säule noch gar nicht gebaut sey, und wir es bey den unsrigen schon immer mit mehr oder weniger entstellten zu thun haben. Um sie gebaut zu haben, müssten alle Glieder derselben isolirt eingetragen werden; man müsste darauf sehen, dass die Flüssigkeit (oder die mehreren), die alle mit zu ihr gehörig sind, vor aller Verdampfung bewahrt wären, u. s. w. Divergirten in eine solche Säule eingebauete Electrometer dann noch ohne Weiteres, und fände das, womit sie divergirten, in wirklicher freyer Isolatoren-Electricität z. B., sein + oder sein — wieder, dann erst wäre es streng bewiesen, dass Körper, die nach zweyter Klasse im Erregungsacte sind, in der That sogleich mit gewöhnlicher Electricität polarisiren. Bis dahin aber bleibt allerdings die Möglichkeit offen,

dass nach vorwiegender zweyter Klasse in Erregung begriffene Leiter, eben so etwas ganz anderes, wie + und — E zeigen, als auch zwey Körper, die nach vorwiegender *erster* Klasse zusammen sind, etwas völlig anderes, wie sie, Magnetismus nemlich, zeigen, und *Electricität* überhaupt also nur wäre, was erschiene, wenn die Pole jener wie dieser Polarität, des Magnetismus wie des jetzt einstweilen sogenannten Electricismus, aus ihrem gegenseitigen *System*, in welches sie bey ihrer Erregung zunächst übertreten, *herausgerissen* werden. Was sodann an die Stelle des Namens Electricismus für ein anderer zu treten haben würde, kann man jetzt noch nicht wissen, vermuthen aber lässt sich, dass, wenn die noch rückständigen Untersuchungen einst beendiget seyn werden, jene Polarität, die Körper bey vorwiegender zweyter Klasse, oder der Erregung nach ihr, zeigen, kaum nach etwas anderem, als nach dem Licht, werde genannt werden müssen.

Sechster Abschnitt.

Erläuterungen.

Was ich in diesem Abschnitt, und am Schlusse des Werkes selbst, noch werde geben können, wird wenig seyn. Und wenn das Vorige Alles nichts sollte, als bloss die Ordnung darzustellen, in der sich Körper gegenseitig „electrisiren" oder so erregen, dass, trennt man sie, oder auch nur das Erregte, von ihnen, sie Quelle von dem, was unter uns Electricität genannt ist, gewesen sind, so schiene überhaupt gethan zu seyn, was man, dem gegenwärtigen Stand der Beobachtung nach, von uns fordern kann. Selbst was als Mangel in ihm erscheint, wird, können wir fordern, uns nicht angerechnet werden, da, wie schon auf dem Titel des Buche bemerkt, es selbst nur ein Versuch, und zwar ein erster, ist, der für gelungen schon sich halten muss, wenn er auch bloss im Stande war, das fast gänzlich unbekannte Gebiet, was er zu betreten

wagte, dem Leser nur so weit geöffnet zu haben, dass er es selbst, nicht ohne Aussicht oder alle Leitung, weiter verfolgen kann.

Wir haben gezeigt, dass alles, was Körper auf Erden heisst, zu Einer Reihe, Einer Ordnung, verbunden ist, und diese Reihe ist vielleicht die erste, die auf dem Wege der Erfahrung, und in dieser Gesetzmässigkeit, und allgemeinen Durchgängigkeit, ist dargestellt worden.

Um so auffallender aber wird es gewesen seyn, *in* dieser Reihe, in der nichts wie Ordnung und Gesetz herrscht, dennoch die verschiedenen Körper selbst, in solcher Verwirrung durch einander geworfen zu sehen, dass man sich wohl bewogen fühlen möchte, sie lieber ganz zu leugnen, als zuzugeben, dass, was von Körperordnung bisher, und oft mühsam genug, zusammengebracht war, durch diese Verwirrung aller durch einander wieder aufgehoben oder wenigstens verdächtig würde. Das wenigstens wird der Eindruck seyn, den ein flüchtiger Rückblick auf die Tabellen in Abschnitt II-IV. zunächst wohl machen muss.

Wir haben es über uns, so weit wir selbst es im Stande sind, zur Lösung dieses Paradoxons beyzutragen. Man möchte finden, dass, einmal eingeleitet sie, man überhaupt sich auf dem Wege befände, über die Verhältnisse der Körper zu einander, ihrer einzeln und zusammen, zur Erde, und aller zusammen wieder zu uns, und was wir mit ihnen machen können, ja wie wir selbst uns zu ihnen und der Erde verhalten, sich auf eine Weise zu orientiren, die, wenn auch neu, doch nicht ganz unerwartet, seyn kann. Und auf diesen Weg gebracht zu haben, wäre allerdings dasjenige, wo-

mit wir gegenwärtiges Werk am Würdigsten geschlossen zu haben, glauben dürften. —

Mit diesem Buche zugleich erscheinen die letzten beyden Stücke des zweyten Bandes meiner Beyträge. S. 65 - 367. daselbst befindet sich eine Abhandlung, überschrieben: „Darstellung des Gegensatzes zwischen „Flexoren und Extensoren, und ihren Erregbarkeiten, „wie ihn Galvanische Versuche geben, und Reduction „desselben auf einen andern überall verbreiteten Ge„gensatz."

Diese Abhandlung beginnt mit einer Darstellung verschiedener und entgegengesetzter Erregbarkeits-Zustände thierischer Organe, und ihres vorzüglichen Vertheiltseyns an die Streck- und Beugemuskeln; zeigt denselben Erregbarkeitsgegensatz ferner an den unwillkührlichen Muskeln, in denen Flexoren und Extensoren nicht zu der Trennung gelangt sind, wie in den willkührlichen Organen, auf; weist ihn als auch in Organischen Ganzen gegenwärtig nach; und findet ihn dann auch in den sämmtlichen Sinnesorganen wieder; (s. daselbst, Abschnitt I - VIII). Sie beweist darauf das Daseyn dieses Erregbarkeitsgegensatzes auch in der Pflanzenwelt (s. Abschnitt IX.), und handelt endlich (Abschnitt X.) von der Gegenwart entgegengesetzter Erregbarkeiten in der anorgischen Natur. Damit ist sie gerade da angekommen, wo wir den vorigen Abschnitt endigten. Denn diese entgegengesetzten Erregbarkeiten durch alles auf Erden hindurch, und in dem Lebenden so gut wie in dem Todten, sind überall, nur durch den Ort ihres Auftrittes verschiedene, Wiedererscheinungen eines Einen und nemlichen Gegensatzes, und die-

ser Gegensatz selbst, besonders in der anorgischen Natur, ist durchaus kein anderer, als den wir in dem gegenwärtigen Werk unter den Namen erste und zweyte Klasse, in dem Ersten und Zweyten Electrischen System der Körper, abgehandelt haben.

Aber jene Abhandlung hatte noch einen anderen Zweck. Sie hat nemlich von unten herauf die vollständige Beschäftigung aller Erregbarkeit, erst thierischer Körper oder zu ihnen gehöriger Organe, als den Act ihres Bestands, ihres Lebens selbst, nachgezeigt. Sie hat dies eben so im Pflanzenreich gethan und liefert endlich in Abschnitt X. dasselbe Resultat auch für die anorgische Natur, und ihre Körperindividuen. Sie zeigt, dass jedes Körperindividuum, insofern es entgegengesetzte Erregbarkeit hat, schon ohne allen Conflict mit andern Körpern, für sich selbst in vollständiger Beschäftigung dieser seiner Erregbarkeiten begriffen sey, welcher Act auch hier identisch ist mit dem Acte des Bestehens dieser Körper selbst. Sie zeigt, dass wieder dieser Act identisch sey mit dem, den dann zwey Körper, die sich gegenseitig erregen, untereinander, eingehen, d. i. mit dem chemischen Process, auf den sich doch zuletzt alles reducirt, was von Process zwischen irgend zwey Körpern zugegen seyn kann. Abermals zeigt sie, dass auch der Galvanismus wieder nichts ist, als ein den beyden vorigen identischer Act, die somit alle, diesen eingeschlossen, auf der nemlichen Erregung entgegengesetzter Erregbarkeiten beruhen, wie weiter oben auch das Leben. Zugleich hat sie bewiesen, dass nicht bloss die verschiedenen Erregbarkeiten, und ihr Gegensatz, sondern auch das Erregbare selbst, überall identisch ist,

Aber sie geht wiederum weiter. Nachdem sie früher schon durchgängig gefunden hat, dass jeder Reiz, (und aller, den man auf organische wie anorgische Körper anwenden kann, ist zuletzt immer derselbe, d. i. „electrischer" Natur), beständig vorzugsweise die eine Irregbarkeit, und dann nach ihrer Erschöpfung mit seinem Ueberschusse erst, allein fort auf die andere wirkt, und jene Erregbarkeit also die erste, diese hingegen die zweyte, oder auch, da jene erschöpfbar ist, die bedingte, diese aber, die in Bezug auf jene es nicht ist, die unbedingte, genannt hat; nachdem sie ferner gerade jene Erregbarkeit vorzugsweise an den Flexoren, diese aber an den Extensoren, vorgefunden, beyde Arten von Muskeln aber nur als auseinandergetretene Glieder, ohne dieses Auseinandergehen derselben unwillkührlicher Muskeln, diese also als die Vereinigung dessen, was in jenen getrennt ist, aufgezeigt hat: findet sie (Abschnitt XI.) in demjenigen, Anorgismus, welcher uns bekannt ist, in dem Verhältniss der hier vorhandenen entgegengesetzten Erregbarkeiten zu einander, genau das nemliche wieder, was sie auch vorher im Organischen beobachtet hatten, und welches völlig Eins mit dem ist, was wir zu Ende des fünften Abschnittes als Resultat des Ganzen erhielten. Aber auch dieselbe Vertheilung beyder entgegengesetzten Erregbarkeiten an gleichsam zwey verschiedene Seiten der Erde, findet sie vor, die im Organischen Vertheilung an verschiedene Arten von Muskeln oder deren Nerven, ist. Sie findet nemlich, dass derjenige Theil der Erde, welchen wir bewohnen und kennen, nicht hinreichend sey, das Phänomen des Erd*magnetismus* zu erklären, denn aller Magnetismus hier oben ist nur heteronom, und nach Ver-

hältniss viel zu klein und schwach, als dass man aus Addirung der möglichen Anzahl solcher vorhandenen Magnetismen den ungeheuren Grad von Magnetismus ableiten könnte, den die Erde wirklich zeigt, die überhaupt das Einzige ist, was wir von einem Magnet von selbst bis daher kennen. Nachdem sie also überhaupt gezeigt, dass auf dieser, der äussern Seite der Erde, das, was wir (Erd-) Electricismus nannten, das Herrschende sey, indem auch aller spontane Körperprocess hier oben, wohin vorzüglich der S. 28 u. f. dieses Werks geschilderte des Wassers gehört, dieses anzeigt, ist sie genöthiget, den Ursprung und die Herrschaft des (Erd-) Magnetismus auf eine andere, die innere Seite der Erde, zu verlegen, und ihn so nur als dasjenige Zeichen anzusehen, durch welches uns sich eine Unterwelt verräth, in der der ganz entgegengesetzte Erregungsact von dem, der bey uns oder in der Oberwelt Statt hat, die Herrschaft führt, — und in der Trennung, in die so beyde Erregungsacte getreten sind, das völlige Abbild derjenigen wiederzufinden, die sie im einzelnen Organischen, in der Getrenntheit seines unwillkührlichen Systems zu dem der Willkühr unterworfenen, und dazu, was die Bewegung betraf, in Flexoren und Extensoren aus einander gegangenen, vorfand, — mit einem Worte: der Erde allgemeiner Anorgismus selbst, erscheint ihr nur als ein System willkührlicher Organe, zu dem man das Unwillkührliche suchen muss, und dieses findet sie im allgemeinen Organismus wirklich.

Ferner aber führt sie alles darauf, dass dieser grosse Anorgismus seit geraumer Zeit bereits, im Rückgang zu dem Organismus, das Getrennte im

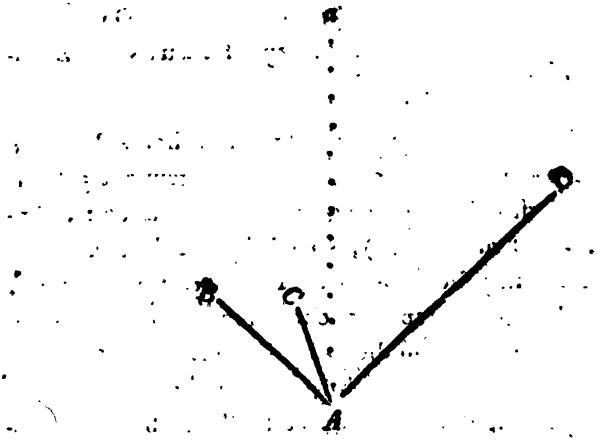
Zurückgang nach und in das Eine, begriffen ist; ein Resultat, was für die Geschichte der Erde von der grössesten Wichtigkeit ist. Der ganze besondere Organismus, die Pflanzen-, Thier-, und Menschenwelt, ist ihr Ein Phänomen dieses Rückgangs des Anorgismus zum Organismus, des der Willkühr Unterworfenen zum Unwillkührlichen, der steigenden Wiederberührung der beyden Pole der Erde, und auch am Menschen, der höchsten neuesten Erscheinung dieser Rückkehr, ist eben sein Wille nur das auf der erhabensten Stufe seiner Vollziehung vernommene Gesetz der Erde selbst.

So schliesst, vom Leben ausgegangen, sie wieder mit dem Leben, und alles hat ihr nur gedient für dies zum Commentar zu werden.

Wir aber hier, vom Todten ausgegangen, enden mit dem Todten, und alles soll uns dienen, ihm zum Commentar zu werden.

Der Kürze wegen also ersuche ich den Leser, jene Abhandlung, wie zu diesem Werke selbst gehörig, zu betrachten, und ehe er zum Folgenden übergeht, zuvor sich näher von der Art zu unterrichten, auf die, was ich hier als Resultat aus ihr anführte, gewonnen worden ist, und ich lade ihn hierzu vielleicht um so glücklicher ein, wenn ich erwähne, dass die oben S. 326. u. f. mitgetheilte Geschichte des electrischen und chemischen Processes zwischen je zwey Körpern, bereits aus ihr entlehnt gewesen ist. —

werden, als es, bliebe in ihm ein Gleichgewicht beyder nur minder verbundener Erregungen, der Fall seyn könnte, denn es selbst, weil eben das unbedingter Erregte die Oberhand bekommt, muss in einen Zustand bedingterer Erregung, ihres Hervortretens in ihm, übergehen. Wir können dies ohngefähr durch folgende Figur ausdrücken:



— wo *A* das, aus was *B*, *C*, und *D*, hervorgehen, *A a* aber die Linie von Gleichgewicht beyder Erregungen, bezeichnet, in dem *A*, ohne in ihm selbst immer wachsende unbedingte Erregung, bleiben würde, statt dass es, nach der Abtretung von *B* und *D*, nach *C*, also nach der bedingten Seite, abweicht. Die Längen der Linien *A B*, *A C* und *A D* zeigen in ihren Unterschieden das verhältnissmässige Mehr und Weniger von *A*, in *B*, *C*, und *D* selbst, an. Wie hier die Entwickelung von *A* in *B*, *C*, und *D*, beschrieben ist, so

ist nun auch ferner die abermalige Entwickelung jedes Einzelnen der Entstandenen wieder vorzustellen. Jedes von ihnen geht in ein neues *b*, *c*, und *d* über, und es wird überhaupt hieran nichts geändert werden, so lange der Gang der Natur derselbe bleibt.

Das erste, was aus dieser Darstellung hervorgeht, ist der Begriff von Leitung und Isolation. Man sehe, was ich bereits in meinen Beyträgen, a. a. O. §. 123. hierüber sagte. Je höher der innere Process eines Körpers, desto schwerer von ihm ab sind seine Factoren zu bringen. Dieses aber muss geschehen, wenn diese Körper, es sey durch vorhandene Electricität, oder wieder durch einen andern Körper, erregt werden sollen, und die Leichtigkeit dieser Erregung ist äqual der Güte seiner Leitung. Wieder aber ist der innere Process eines Körpers nothwendig um so höher, je mehr die beyden Hauptbestandtheile desselben, die bedingte und die unbedingte Erregung, sich ihrem Gleichgewicht nähern, denn um so in einander verschlungener sind beyde. Es folgt also zunächst, dass von den oben genannten *B*, *C* und *D*, *C* im Verhältniss zu *B* und *D*, ein Isolator seyn muss, *B* und *D* aber Leiter. *A* wieder muss ein noch höherer Isolator seyn, oder gewesen seyn, als *C*.

Ferner: *B* muss ein besserer Leiter seyn, als *D*. Denn der Process in *D* ist durch die allgemeine Autonomie der Erde auf der Seite von *A* in steigender unbedingter Erregung begriffen, diese also ist durch den Act der Erde selbst weit unterstützter und energischer, als der Process in *B*, von dem vielmehr die Unterstützung, die ihm noch betraf, nach und nach immer mehr wegfällt.

Evolvirt sich jetzt *B* weiter, so muss sein *b* abermals besser leiten, als sein *c*, sein *d* aber schlechter; denn dieses liegt in obiger Figur schon wieder der Linie *Aa* näher, wiewohl es nie so weit kommen kann, dass es über *AC* hinausreiche. Nur nähern kann es sich ihr, denn was ihm als letzte absolute Grenze gesetzt wird, ist immer schon ein geringeres Verhältniss unbedingter Erregung zur bedingten, als in *C* Statt hat. Das *c* von *B* aber muss wieder schlechter leiten, als *B*, wegen der während der Entstehung von *C* selbst fortschreitenden Neigung des Ganzen nach *Aa*, und wegen der in *B* schon vorhandenen Disposition, sich und seine Erzeugnisse, aus Ursach wachsender unbedingter Erregung, *Aa* von selbst immer mehr zu nähern.

Evolvirt sich jetzt *D* weiter, so muss sein *b*, als *Aa* am nächsten fallend, schlechter, als sein *c*, sein *d* aber besser leiten. Wieder muss *d* besser leiten als *D*, auch *c*, denn die unbedingte Erregung, (als die hier der Leitung günstige), fährt fort zu wachsen; *b* allein wird schlechter leiten, als *D*.

Evolvirt sich ferner *C* weiter, so muss sein *b* unter allen am besten leiten, und leicht kann es gleichen Rang mit *d*, oder selbst mit *c*, von *B*, haben. Sein *c* wird wieder minder isoliren, als *C* selbst, sein *d* aber fällt von selbst wieder über *Aa* hinaus, doch nicht so weit als *D* vorher.

Ich habe jetzt die Anleitung gegeben, die auf unserer Seite der Erde von *A* zuerst aus beginnende Evolution so weit zu verfolgen, als es nur irgend nöthig seyn kann. Wir gehn jetzt zum Evolviren selbst zurück. Ich mag es nicht versuchen, schon allen Aesten

und Zweigen dieses Stammes ihren Namen zu geben, aber im Allgemeinen wird man sogleich einstimmen, wenn ich sage, in der Erfahrung entspreche *B* nichts so genau, als Metall, *C* nichts so bestimmt, wie Gestein, und *D* wieder nichts so gut, als „Wasser" oder wässrige Flüssigkeit überhaupt, und soll ich ja mich noch bestimmter ausdrücken, so möchte ich, unter den Körpern, die wir erreichen können, *A* geradezu für Quarz, *B* für Eisen, *C* für irgend einen von den übrigen beyden Bestandtheilen des Granits (für Feldspath), *D* aber für eine Flüssigkeit halten, die nicht mehr existirt.

Man sieht, was *b*, *c* und *d*, von *B*, bedeuten sollen: es sind die übrigen Metalle. Aus dem, was vorhin über sie gesagt worden, erklärt sich zugleich, woher so äusserst wenig Metalle, die besser leiten wie Eisen, dahingegen eine ganze Menge, vorhanden sind, die schlechter und weit schlechter leiten, als dieses. Ich wollte weitläuftiger seyn, wenn der Raum dazu da wäre. Erinnern aber will ich noch, dass ich unter Metall nicht sowohl verstehe, was der Chemiker nach vieler Mühe endlich für rein ausgiebt, sondern geradezu die bestimmten „Erze", oder „Verbindungen mehrerer Metalle" derselben, wie wir sie zum Theil jetzt noch vorfinden. Denn schon, dass vieles jetzt scheidbar ist, bedeutet nach dem Vorigen, dass es das einmal nicht, sondern das Einfache, Reine, der damaligen Zeit gewesen sey.

Was die *b*, *c*, und *d*'s von *C* betrift, so habe ich schon gesagt, dass *b* noch in die Metalle herüber spielen könne; *c* und was wieder γ von ihm ist, und so fort, aber, halte ich, und ich glaube, richtig genug, für „Erden, Steine", *d* aber erst spät dafür, d. h., als drit-

tes, viertes *d* z. B., erst. Die Reihe *c*, *γ*, u. s. f. aber, ist sicher die der Erden, und ich denke sogar, dass die Reihe der verbrennliche unmetallischen Stoffe nirgends anders hingehört, als in die mittleren Producte der Evolution *C*'s. Uebrigens muss die Mannichfaltigkeit der Producte, die aus *C* entsprossen, besonders derer, die nach *D* zu fallen, weit grösser seyn, als die derjenigen von *B*, denn man bedenke immer, dass die Evolution von *B*, durch die autonome Tendenz der äussern Erde zu höherer unbedingter Erregung, *C* ungleich mehr unterstützen muss, als *B*, und am wenigsten, was von *B* nach links ab fällt.

Ich sagte, *D* könne kaum mehr vorhanden seyn. Eben wegen der hier vorzüglich rasch fortschreitenden Evolution. Immer wird es ganz oder nahe ganz in sein *b*, *c* und *d*, aufgelösst seyn, und auch hiervon muss *c* und *d* am allerfruchtbarsten seyn. Für die jüngste und noch gegenwärtige Erscheinung, von *c* aus *D* aber ist wohl ohne allen Zweifel das Wasser, wie es jetzt ist, zu halten, und was man noch bis diesen Augenblick in seinem Hang, in Drey überzugehen, erblickt, als da sind: Hydrogen = *b*, Oxygen = *d*, und Azot = *c*. Jetzt wird man auch wissen, woher Azot, als der ewige Begleiter von zugleich entstandenem Oxygen und Hydrogen, besonders in der S. 234. u. f. geschilderten spontanen Decomposition des Wassers, kommt, und wie besonders bey langsamer Evolution des Wassers weit mehr Azot erscheinen kann, als bey schnellerer, ja: wie bey noch langsamerer gar kein Hydrogen, sondern nur Azot und Oxygen erfolgen könne. Freylich aber möchte nicht alles Azot ganz genau das nemliche seyn.

Wie heftig übrigens auf der Seite *D*'s die Evolu-

tion gewesen seyn müsse, bezeugt noch jezt, dass das Hydrogen im Stande ist, die Metalle wieder als oxydirte Körper zu fassen, und sie zu hydrogeniren.

Dass ferner Hydrogen, Azot und Oxygen, keines eine tropfbare Flussigkeit, wie das Wasser, ist, kommt wohl nur daher, dass sie so eben eine Art Letztes, und das Allerletzte in der Natur sind; denn sie sind zugleich die letzten Producte der Seite, wo die Evolution überhaupt am grössesten, und dabey am stärksten, ist.

Ich habe die Producte der Evolution der äussern Erde dargestellt, wie sie geblieben seyn würden, wenn sie nicht wieder unter einander Processe eingegangen wären. Das aber werden sie allerdings gethan haben, doch nur von den beyden Seiten her, wo sie leiteten. Das Isolirende litt nicht viel mehr, als bloss durch seine eigne fernere Evolution. Das also wird das Erhaltendste in der Natur seyn. Wo aber Leiter sich begegnen konnten, werden sie kaum eher geruht haben, bis wenigstens Isolatoren und Leiter zusammen waren, noch gewisser aber, wo sie ganz in Isolatoren endigten, und doch standen selbst diese wieder mehr oder minder unter dem Evolutionsgesetz.

Ich will gleich noch auf etwas aufmerksam machen. Nemlich mit Isolation hängt auch Härte unmittelbar zusammen, Rigidität. Auf der Seite *B* sieht man sie beynahe ganz fehlen, eben so auf der Seite *D*; wenigstens bedeutet sie nicht viel. Erst in *C* ist sie in vollem Maasse zu treffen, und in *A* noch mehr. (Alles Uebrige im Granit ist weicher, als Quarz.) Je vollkommener die beyden Erregungen im Gleichge-

wichte stehen, je inniger sie selbst wieder in einander greifen, desto grösser die Härte, die Rigidität. Wovon Leitung abhängt, weiss man; bey den unmetallischen festen Körpern wächst sie aber durchaus mit der minderen Härte. Darum ist z. B. der Schwefel so leicht zu erregen, dass man gemeint hat, er wäre gleichsam die geronnene Electricität selber; wiewohl, wenn man will, das alle Körper sind. Wie noch weit leichter die Flüssigkeiten, und noch ausnehmend leichter wieder die Metalle, zu erregen sind, darf nicht erst wiederholt werden.

Zugleich folgt, dass man den härtesten Körper, auch für den allerindifferentesten, und also ältesten, zu halten hat.

Bis daher habe ich die Evolution geschildert, aber gegenwärtig ist die Erde schon wieder in der Involution begriffen. Auch ist sie es, seit dem Auftritt des Quarzes z. B., wahrscheinlich schon mehrmals periodenweise gewesen, wiewohl es jetzt mehr mit ihr zu sagen zu haben scheint, als früher irgend. Es ist interessant, zu wissen, was dies für Folgen habe. Man bemerkt es sogleich, wenn man daran denkt, dass Involution, wie hier sie gemeint, genau das Umgekehrte von der Evolution ist. Das Getrennte geht wieder zurück ins Eine; — wo es sich nemlich findet. Dass der ganze besondere Organismus nichts als ein solches Involutionsphänomen der Erde sey, habe ich schon oben erwähnt, und noch ausführlicher hat man es in den Beyträgen gelesen. Dieser aber bezieht sich auf die ganze Erde, dahingegen die Involutionen, von denen wir hier zunächst sprechen, nur ihre Eine Seite angehen, (und überhaupt hier

und in der andern die Involution schon einigermassen vorgerückt seyn muss, ehe der besondere Organismus eintreten kann, wovon dann der vegetative früher, als der animalische). Sie muss Rückbildungen zur Folge haben. Es muss ihr zu Folge sogar erscheinen können, was sich früher gar nicht mehr vorfand, weil es gänzlich aufgelösst worden war. Uebrigens hat die Involution zuerst da zu beginnen, wo die Evolution am schwächsten war, auf der Seite von *B*, und, wie sie wächst, erst immer mehr überzugreifen in die von *D*, wovon, soviel ich weiss, auch Spuren genug vorhanden sind.

Gegenwärtig ist die Involution ganz gewiss in starkem Grade, selbst auf der Seite von *D* schon vorhanden. Denn dass das Wasser z. B. noch immer in einiger freywilligen Decomposition begriffen ist, widerspricht nicht, da das überhaupt so lange der Fall seyn muss, als nur die unbedingte Erregung noch das Uebergewicht in ihm hat. Vielmehr ist die allgemeine Wasser- oder wenigstens Flüssigkeits-Abnahme auf Erden schon, der beste Beweis dafür. Man könnte sagen, das Wasser werde absorbirt, wenn nicht dabey etwas ganz anderes aus ihm werden müsste.

Zunächst müssen wir also schliessen, dass die Evolution der Erde einmal ausnehmend weiter gediehen war, als gegenwärtig sie noch da steht. Reste aus jener Zeit aber können leicht noch übrig seyn. Wenn man die mögliche Körpermannichfaltigkeit auf Erden bedenken will, darf man sie nicht vergessen.

Für das bedeutendste Document einer solchen hohen Evolution der Erde aber halte ich die Electri-

sitäten, oder die Möglichkeit, mit ihnen (an Maschine, Säule, u. s. w.) so umgehen zu können, wie wir das thun. Denn gerade sie ist die Spitze dessen, was das Wasser z. B. in seiner höchsten Evolution bieten konnte. Hydrogen und Oxygen reichen jetzt nicht mehr bis zu ihr, zu + und — E selbst, herauf; letztere stehen nur wie leere, einst gefüllte, Fächer, da. Dass es überhaupt vom Hydrogen bis zu — E selbst, und vom Oxygen bis zu + E selbst, noch einen so ungeheuren Sprung giebt, ist eben das Bedeutende. Von ihr, als ob einst Alles in ihren Händen gestanden hätte, geht daher auch jetzt noch die Involution ganz besonders aus. Sie darf sich nur etwas im Grossen indifferenziiren, und sogleich treten in dem, was wir Meteorsteine nennen, eine Reihe Rückbildungen von Erde und Metall hervor. Sie scheint beynahe der universelle Geschäftsträger der Involution der Erde zu seyn. Auch im Organismus, wo sie besonders thätig ist, lässt sie solche Rückbildungen in Menge erscheinen, und fast fehlt nur, dass man im Blute oder in der Asche, (nachdem sie beyde das Magnesium schon zeigten), noch den Nickel entdecke, so ist schier Alles da, was in den Meteorsteinen auch da ist, und sogar noch mehr, denn was z. B. verdampfen kann, bringen jene Terrellen nicht mit herab. — So wiederholt sie in der neuesten Zeit die älteste.

Ja, wo die Gelegenheit gut ist, scheint sie noch über sie hinauszugehen, und auf uralte Bildungen zurückzukommen. Bis zum Quarz herab z. B. kann man eine Reihe der Härten, also auch der immer grössern Indifferenzen beyder Erregungen, zusammenbringen, wo das Härtere zugleich immer das Aeltere ist. Beym Quarz selbst aber steht es still. Und doch folgen nun gerade erst die schönsten Körper der Erde, die Edelsteine, und zuletzt der alleredelste von ihnen, der Diamant. Sämmtlich sind sie jünger, als der älteste Quarz, Granit, u. s. w. Es würde ganz an einer Auskunft über sie fehlen, hätten wir nicht gelernt, sie jetzt für Rückerinnerungen der Erde an ihre urältesten Zeiten, für erste Verkündiger der Herrlichkeit, der sie, nach ihrem Ganzen, entgegengeht, anzuerkennen. Daher auch unser eignes Wohlgefallen an ihrer Erscheinung. Denn unendlich viel scheint uns durch sie versprochen zu

werden, und ich sehe keinen Edelstein an, ohne den Glauben, in ihm das Ideal meiner eigenen Bestimmung wiedergefunden zu haben

Dass der Organismus (der besondere) ebenfalls in den gegenwärtigen Rückbildungs- oder Involutionsprocess der Erde gehört, habe ich mehrmals erwähnt. Auch er geht, wenn auch in organischen Formen nur, die immer sich von denen auf bloss Einer Seite der anorgischen Natur sich unterscheiden werden, in seinen Producten über die von uns zu verfolgenden Denkmäler der Erde hinaus Ich rechne nicht dahin, was der Chemiker aus ihrer Asche etwa scheiden kann, und ich auch schon erwähnte; ich meine nur, was während dem Leben des Thieres .... schon sich an ihm von rigiderem Stoffe zeigt, vor allem aber den zu seinen äusseren Integumenten gehörigen. Sie isoliren, und haben grösstentheils einen Ort in der electrischen Körperreihe, der sie oft dem Rigidesten, Aeltesten gleich setzt, ob sie schon erst seit gestern entstanden sind.

Und zuletzt bringe man in Erwägung, wie alle diese Rückbildungsproducte der Erde sich wieder untereinander, und gegen das, was sie bereits vorfinden, zu verhalten haben. Aus Allem geht eine Unendlichkeit von Körperverschiedenheit hervor.

Sehen wir jetzt auf die mancherley Tabellen, die wir in Abschnitt II - IV. entwarfen, zurück, so wird die Verwirrung nun schon geringer seyn, in der wir uns noch befinden werden. Allerhand Ahnungen kamen uns dabey vor. Eine, die ich selbst, mit besonderer Liebe hegte, war die, das Positivste sey auch das Aelteste, das Negativste das Jüngste. In dieser Hinsicht habe ich alle jene Tafeln so geordnet, dass allemal + unten, in der Tiefe gleichsam, — aber oben, stand. Viel schien dawider zu seyn: jetzt aber sieht man, dass ich nicht geirrt. Nur der Zeit nach war es nicht allemal richtig, der Bedeutung nach immer. Ich weise gern auf Tafel X-XI. zurück

Alles aber wird noch klarer, durch die Erwägung eines Hauptsatzes, der bisher noch nicht da war. In der bedingten Erregung nemlich, und dem Processe, wo sie überwiegt, steht auch das Hydrogen in einem grössern Verhältniss zum Oxygen, als, wo die unbe-

dingte die überwiegende ist. Dieser Satz ist ohne Weiteres gewiss, wenn wir die Metalle, als Körper, in denen eben die bedingte Erregung noch am mehresten zugegen ist, mit dem Wasser oder den wässrigen Flussigkeiten, in denen die unbedingte so sehr das Uebergewicht hat, auch selbst schon, wenn wir die Erden, und ihre Fortsetzung, die unmetallischen Combustibilien, mit letzteren vergleichen. Im Ganzen ist also auch das Hydrogeneeste das Aelteste, das Oxygeneeste das Neueste, und schon, weil überhaupt die unbedingte Erregung die herrschende auf unserer Erde war und noch ist. Ich sage: im Ganzen, denn in den einzelnen Theilen, scheint es, sind die Abweichungen oft ausnehmend gross Wir wollen sie aber erläutern; — womit wir zugleich zu einer Einsicht in das Wesen der Krystallisation gelangen werden.

Das Härteste, Rigideste ist dasjenige, in welchem beyde Erregungen am innigsten und meisten im Gleichgewicht sind. Wir sahen schon oben, wie die Rigidität sich verlor, sobald die eine oder andere Erregung das Uebergewicht bekam. In dem Maasse bestand letztere in ihr selber, und hatte nichts, was sich an ihr übte, oder umgekehrt, woran sie sich üben konnte. Wir haben S. 266. u. f. gesehen, dass da, wo die Temperatur dieselbe blieb, ein geringer Zusatz von Hydrogen sogleich die Krystallisation oder Rigescenz des Wassers einleitete. Ein in das Wasser gebrachtes Uebergewicht von Hydrogen brachte es also zum Gefrieren. Dies lehrt sogleich, dass bedingte Erregung dasjenige sey, was da, wo den Körpern nichts zugesetzt wird, Ursache ihrer Rigescenz wird, da auch in ihren Producten ein Uebergewicht des Hydrogens Statt hat. Es folgt, dass Alles, was die unbedingte erhöht, Rigidität zu schwächen und auch aufzuheben habe. Beydes aber thut die Wärme. S. S. 286. u. f. und m. Beyträge, a. a. O. §. 150. Es ist also zunächst gewiss, dass die bedingte Erregung das Rigescirende, die unbedingte aber, wenn man so sagen soll, das Rigescirt-Werdende, ist. So stehen die Metalle da, mit einer Fülle von Rigiditätsprincip, aber es fehlt ihnen dasjenige, woran sie dasselbe als solches äussern

können. Sie sind bloss oxydirbar, übrigens aber beynahe nur dehnbar, (langsam fliessend). Man hat einem solchen Metalle nur Oxygen zuzusetzen, und das Oxyd ist sogleich rigid, und je höher die Oxydation steigt, desto rigider wird es. Umgekehrt stellt das Wasser, und überhaupt Alles, was auf der Seite D der obigen Figur liegt, alles nach vorwiegender unbedingter Erregung Flüssige, eine Fülle von Rigesciblem dar, aber es fehlt ihm das, was es zur Rigescenz bestimme, und es bleibt flüssig. Man darf ihm nur Hydrogen zusetzen, und das Hydrure ist sogleich rigid Es ist, als ob Hydrogen und Oxygen, selbst nichts als geschiedener bedingter und unbedingter Erregungsprocess seyn.

Wie aber nun kann Rigidität, da wo sie wirklich vorkommt, ein Aequivalent von Hydrogeneität seyn? — Beruht letztere auf der vorherrschenden bedingten Erregung, so herrscht ja eben in dem Rigiden, so gewiss in ihm bedingte und unbedingte Erregung aufs innigste in einander greifen sollen, keine vor, und der Körper müsste eher total neutral seyn. Und für das erste ist er dies; auf blosse einfache Berührung giebt ein gehörig ridigider Körper keine Electricität. Aber er giebt sie doch später, wenn man ihn reibt, u s. w., und zwar verhält er sich genau wie ein hydrogeneer. (Selbst Metalloxyde sind um so positiver, also hydrogeneer, je rigider, also oxydirter, sie sind).

Dies mahnt, nach dem Organismus zurückzusehen. Was im Anorgischen Rigidität ist heisst hier Bildung, und gerade dann ist das Bildungsgeschäft immer am höchsten, wenn die bedingte Erregung am höchsten zugegen ist. Sie kommt hier an besondern Organen vor, und die Bildung dieser Organe, mit diesem Vorkommen bedingter Erregung an ihnen, womit sie Eins sind, ist selbst schon wieder Folge früher neben unbedingter Erregung vorhandener bedingter. Der ganze Bildungsprocess des organischen Körpers selbst ist nichts, als diese Sonderung der vorhin vereint gewesenen Erregungen in und zu besondern Organen, die keine absolut geschieden sind, bey aller Vereinigung aber doch immer genug, damit die wirkliche Scheidung sichtbar sey. Es ist nur eine rela-

tive. Zugleich sind die Organe bedingter Erregung die äusseren, jeder Reiz greift zuerst in sie.

Diese ganze Bildungsanstalt übrigens ist die nemliche Sonderung des Einen ins Mannichfache, zur nachherigen Wiedervereinigung, welche wie wir oben sagten, einst die Erde selbst im Grossen ausgeführt hat. Sie thut es gegenwärtig wenig oder nicht mehr, und wir müssen fragen, ob nicht der Trieb dazu zum wenigsten, sich in den einzelnen Individuen noch äussere. So kommen wir unmittelbar zum Phänomene der Krystallisation was schon dem Angeführten nach, ein neueres erst seyn muss, aufgetreten erst, als Hemmung in die grosse Evolution der Erde kam. Denn früher war jener Trieb selbst, nicht gehemmt, und jedes Individuum, verwachsen mit dem früheren und den übrigen, wie Muskeln mit ihren Nerven noch jetzt, und alle wieder unter einander, — entfaltete sich frey in wieder mit ihm in solcher Continuität stehende Zweige. Damals war die ganze Erde überhaupt noch durch und durch, wie gegenwärtig nur das Organische, und die Entfaltung war im beständigen Vorschreiten. Der grosse lebendige Krystall hatte lebendige Durchgänge; mit seinem Tode erst sind letztere unkenntlich geworden, und todte dafür im Einzelnen entstanden. Man muss für die Erde eine wahre und besondere Versteinerungsepoche annehmen, in der sie noch jetzt sich befindet.

So ist jeder Krystall ein stockender Organismus, eine jede Krystallisation ein Anfang zu dem Leben, aber zu schwach, um es auszuführen, und theils auch zu einseitig. Er gelangt dahin, eine Trennung der in ihm vorhandenen zwiefachen Erregung zu beginnen. Es bildet sich ein Inneres und ein Aeusseres, und wo man ihn zerschlägt, ist immer das Aeussere auf dem Bruch, es ist die bedingte Seite des Ganzen. Aber kaum, dass man sagen könnte, die Verzweigung seiner Masse gehe nur bis auf ein Grosses Endliches weit; oft ist an ihm gar keine vorhanden und gelungen, als die, welcher er seine reguläre Form selbst verdankt, alles Uebrige liegt gewissermassen nur noch im Willen in ihm, und wartet bis ein glücklicher Schlag, Stoss, u. s. w., ihn mehr oder weniger ausführen hilft. Ist er aber ausge-

führt, so liegt auch wieder das nemliche Aeussere, der bedingtere Act, nach aussen, und das nemliche Innere, der unbedingtere Act, nach innen, wie, ehe man ihn zerschlug, auf seiner Oberfläche und gleich unter ihr, und ferner, in unausgeführten, in solchen aber, wie gross auch selbst die Zahl der ausgeführten seyn möge, gewiss beständig unendlichen, Abwechselungen fort. Da übrigens das Schema seiner Verzweigung Eins mit dem der anorgischen Natur selbst ist, indem nur der Grad der Ausführung den Unterschied macht, so wird es ganz das seyn, was oben für letzte dargestellt wurde.

So ist denn freylich an jedem Harten, jedem Rigiden, eine Hydrogeneität vorhanden, die nie ein Chemiker nach der Quantität von Oxygen, die, etwa ihr im Feuer zugesetzt, sie aufheben könnte, schätzen wird, die aber nichts destoweniger da, und insofern genau das nemliche ist, was die Metalle durch und durch darstellen und sind, und der electrische Process, der die Körper nimmt, wie sie sind, oder höchstens so nur, wie sie ihm während seiner selbst erst werden, hat allerdings vom Rigiden, als einem Hydrogeneen (äusserlich hydrogeneen, innerlich aber oxygeneen), zu sprechen.

Am Rigiden also bewährt es sich zuerst, dass das Hydrogeneeste das Aelteste sey. Es ist das, worin die bedingte Erregung verhältnissmässig noch am stärksten ist. Am Krystall u. s. w. tritt sie, wenn auch nicht ganz frey, doch genug hervor, um mit Metalleität geradezu gleichen Werth zu haben, und im elektrischen Prozess an ihrer Statt eintreten zu können. Denn Metalleität unterscheidet sich von Hydrogeneität am Rigiden nur darin, dass sie hier rein und wenigstens ohne bedeutende Oxygeneität, dort aber immer neben und mit Oxygeneität, und grosser, vorkommt. Darum verschwindet auch die Hydrogeneität des Rigiden, insofern sie ihm als bloss solchem zukommt, sobald der Krystall geschmolzen ist, die metallische Hydrogeneität aber bleibt, und wird selbst erhöht, da auch auf die bedingte Erregung die Wärme verstärkend wirkt, nur bey weitem schwächer, wie auf die unbedingte, und bey jener das Verhältniss des Hydrogens zum

Oxygen vermehrend, während sie bey dieser das Verhältniss des Oxygens zum Hydrogen vergrössert. Dass aber auch von den Metallen, die hydrogeneeren die ältern, die oxygeneeren aber die neueren, sind, ist gewiss, und stimmt mit ihrer Spannungsreihe erster Klasse überein.

Dass auch bey den Flüssigkeiten der Seite *D* in obiger Figur, das Hydrogeneeste das Aelteste ist, und das Oxygeneeste das Jüngste, liegt schon von sich selbst so klar im Ganzen, dass es keiner besondern Erwähnung bedarf.

Ueberhaupt aber wird man, und streng, die Hydrogeneität mit dem Alter steigen sehen, wenn *man* allemal diejenigen Körperindividuen zusammennimmt, die zu einer Evolutionsstuffe gehören, und dann nach diesen Stufen selbst fortgeht. Für den Zeitwerth der Involutionsstufen und ihrer Produkte, wird man nachher von selbst die weitere Bestimmung finden.

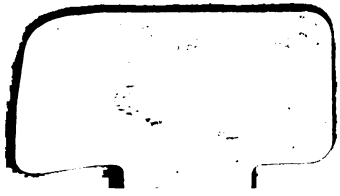
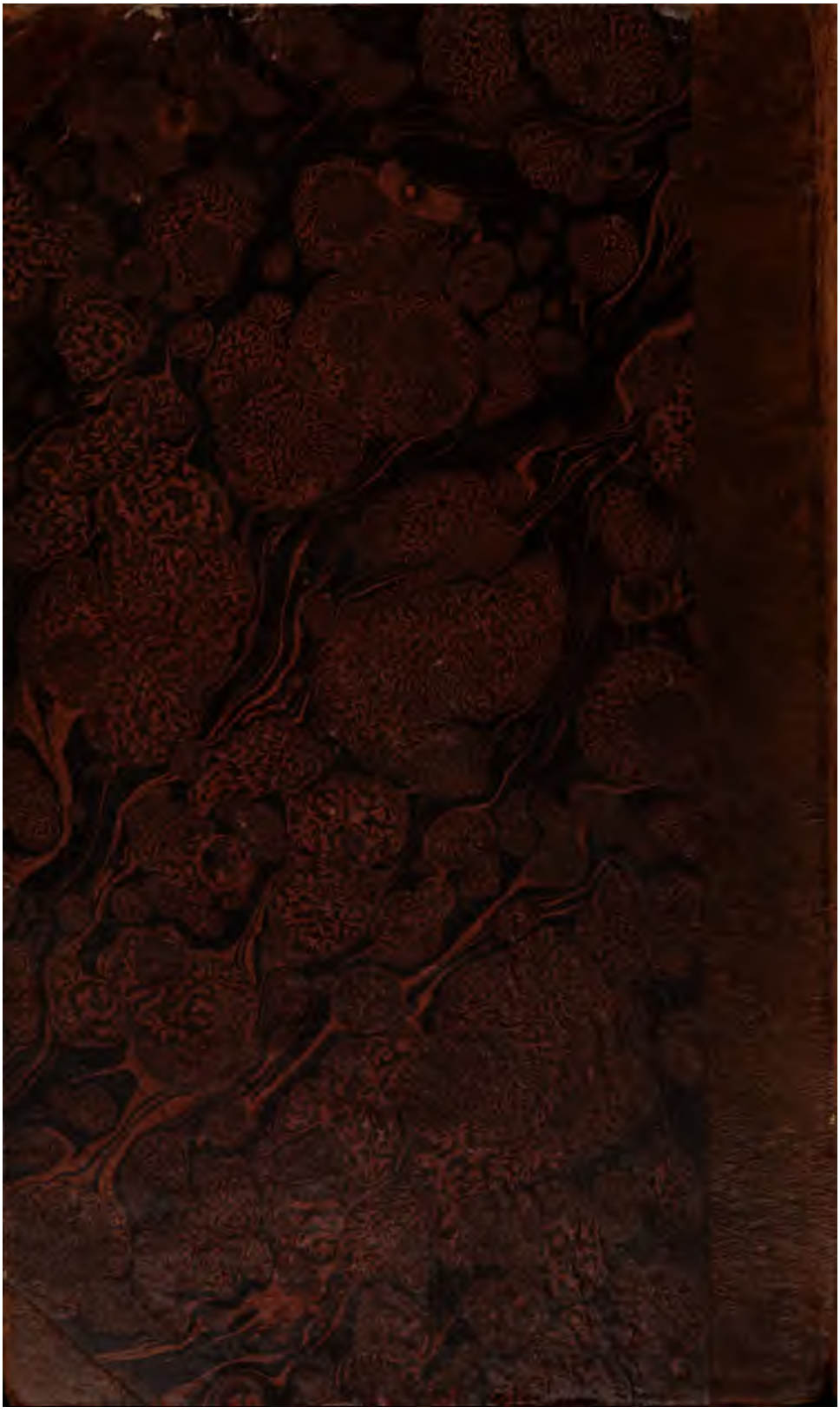
So glaube ich denn, das Nöthige gethan zu haben, was erforderlich seyn konnte, das Electrische System der Körper, was wir in Abschnitt II — V. aufstellten und die Art, auf welche in ihm die Körper sich nach einander folgen, so weit zu commentiren, dass nun ein jeder selbst die Mittel in Händen hat, sich Antwort zu verschaffen, auf Alles, was noch als Frage zurückgelassen seyn könnte. Ich hätte gewünscht, selbst ausführlicher seyn zu können, die Möglichkeit dazu lag in der Sache, und das Ganze hätte sicher dabey gewonnen. Allein auf diese Weise hätte abermals ein Werk entstehen können, so stark, als das gegenwärtige schon geworden ist.

Nur Einen Punkt noch kann ich nicht gänzlich unberührt lassen, da er gerade derjenige ist, über *den* vielleicht es am schwersten seyn möchte, sich zu orientiren. Auch mit diesem Abschnitt selbst erst konnte die Rede auf ihn kommen. Wie nemlich verträgt sich, was im fünften Abschnitte von dem durchgängig gleichen Verhältnisse des chemischen Unterschieds zweyter Klasse zwischen je zwey Körpern zu dem der ersten Klasse derselben vorkam, mit der in diesem Abschnitt geschilderten Ungleichheit des Verhältnisses der unbedingten Erregung zu der bedingten, in den Körpern? — Wie ist es möglich, dass

alle diese Körper dennoch ein System bilden können; wo überall die chemischen Unterschiede zweyter Klasse um sehr viel grösser sind, als die der ersten Klasse, und dieses für gleiche Körperabstände beständig eine gleiche Grösse ist? — Wir erwähnten schon dort, dass das Maass des chemischen Charakters erster wie zweyter Klasse nur die Intensität, das Moment, der vorhandenen Hydrogeneität oder Oxygeneität seyn könne. Dies wird auch hier die Lösung geben, wenn wir selbst bestimmter sagen können, was unter dieser Intensität, diesem Momente, selbst verstanden sey.

Nach der bedingten Erregung steht das Hydrogen in einem beträchtlich grösseren Verhältniss zum Oxygen, als nach der unbedingten. Insofern die Körper also nach der ersten Klasse erregbar sind, sind sie sämmtlich als hydrogenirt anzusehen. Nicht nach der Extensität des Processes nun, nach dem sie es sind, sondern bloss nach seiner Intensität, und dieser ihren Graden, folglich, — sind sie hydrogenirte. Aber die bedingte Erregung ist überhaupt auf der äussern Seite der Erde schwächer, als die unbedingte. Ferner ist von unten herauf die bedingte Erregung beständig in der Abnahme oder Annäherung zur unbedingten gewesen, die unbedingte hingegen ist in der Zunahme und in immer weiterer Entfernung von der bedingten. Aber weiter hat die unbedingte beträchtlich schneller zugenommen, als die bedingte abgenommen hat, beydes jedoch correspondirend, und in immer gleichem Verhältniss zu einander. Daraus folgt erstens, dass der Hydrogeneitätsunterschied, den zwey Körper der ersten Klasse gemäss haben, weit geringer seyn muss, als der Oxygeneitätsunterschied derselben Körper zu Folge der zweyten Klasse; zweytens, dass der letztere Unterschied zum ersten, überall in dem nemlichen Verhältniss, stehen muss. In welchem Verhältniss nun auch das Quantum des bedingten Erregungsprocesses selbst, seiner Extensität nach, zu dem Quantum des unbedingten Erregungsprocesses, wieder seiner Extensität nach, in den mannichfachen Körpern getreten seyn mochte, so war doch jeder Process für sich von unten herauf der nem-

liche, und bloss seine Energie, bey auch noch so grosser oder kleiner Extensität, bestimmte in ihrer Aenderung allein, den Grad, in welchem nach der Einen Hydrogenität, nach der Andern Oxygenecität, zugegen seyn sollte. Und auf diese Weise ist die Harmonie entsprungen, welche wir in jenem Systeme gesehen haben. —

Eine diesem Werke anfangs noch zugedachte *Abhandlung* über den Act der Electricitätserregung, besonders bey Isolatoren, bin ich genöthigt, wie so manches Andere, bis zur besonderen Gelegenheit zu versparen.

Es selbst war zunächst dazu bestimmt, einem künftigen System des Galvanismus, den ersten Boden zu gewinnen. Erfahre ich, dass gegenwärtige Vorarbeitung dazu, deren Mängel ich am besten kenne, nicht ganz vergeblich gewesen ist, so wird das eine Aufforderung mehr für mich seyn, zur baldigen Erscheinung des genannten Systems möglichst beyzutragen.